

Management course for structural engineers

By : Youssuf Elfarmawy

Email : Youssuf.Elfarmawy@gmail.com

Facebook : <https://www.facebook.com/youssuf.elfarmawy>

** - لا تسونا صالح الدُّعاء - **

Introduction

ما هو المشروع؟

هي مُهمة مُحددة مطلوب من المُهندس إنجازها مع الأخذ في الإعتبار :

- التكلفة COST

- الوقت TIME

- الجودة QUALITY

وبالتالي المطلوب هو إنجاز المشروع بأقصر وقت مع التكلفة المناسبة بالجودة المطلوبة و بالتالي يجب أخذ الثلاث أمور في الإعتبار.

- المشروع يبدأ بدراسة الجدوى و هي التي من خلالها يتم التحقق من مدى الإفادة من إتمام المشروع و هل يتحقق الإفادة المالية المطلوبة أم من الأفضل وضع المال في البنك أو المشاركة في مشروع آخر ، و بالتالي هي التي يتحدد من خلالها هل سيتم البدء في تنفيذ المشروع أم لا .

- - يبدأ المشروع بالنسبة للمقاول بمجرد توقيع العقد ، و يستمر المشروع (تحت الإنشاء) بحيث يتسلم المالك المبني تسليم ابتدائي و يستمر تحت إشراف المقاول لمدة سنة ، و سيكون المقاول مسؤل عن أي عيوب أو مشاكل تظهر بالمنشأ حتى يتسلّم المالك تسلیماً نهائیاً .
- - يتحول المبني بالنسبة للمالك من مرحلة التنفيذ إلى مرحلة التشغيل ، و تستمر مرحلة التشغيل طوال عمر المبني أي حتى إنتهاء العمر الإفتراضي له
- - يتم تعريف العمر الإفتراضي للمبني عن طريق المعادلة التالية :

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Annual benefit}}{\text{Cost}} \geqslant 1$$

- - و ينتهي المشروع بالنسبة للمالك مع نهاية العمر الإفتراضي للمبني .

► Project Manager :

هو المسئول الأكبر عن المشروع و هو ممثل المالك .

Project resources :

1- Material 2- Labors 3- Equipment 4- Sub Contractor 5-Money 6- Time

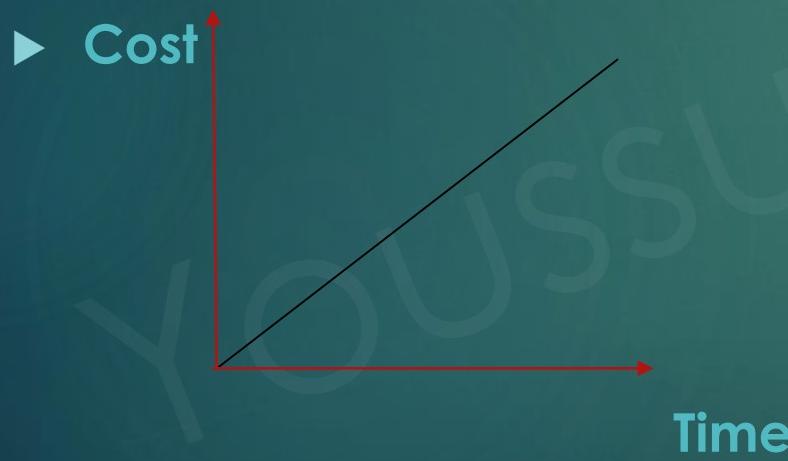
► * Types of cost

► 1-Direct cost – :

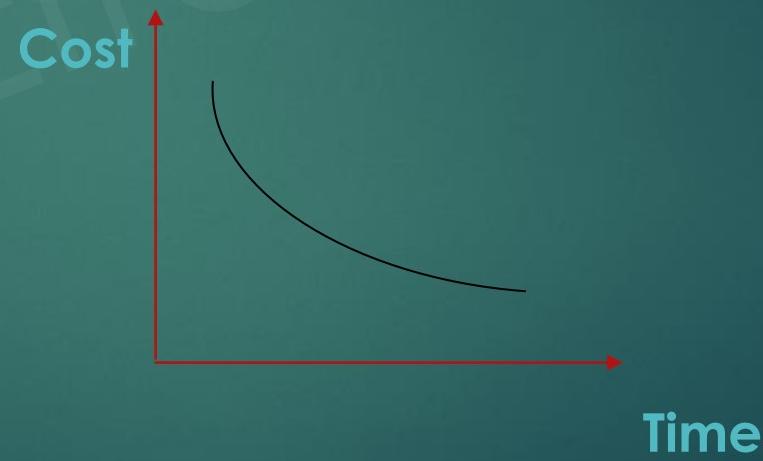
► هي أي مصاريف تُنفق على المشروع و يمكن وضعها في بند من بنود المشروع مثل بند النجارة والتسلیح .

► 2- Indirect cost – :

► هي أي مصاريف تُنفق على المشروع ولا يمكن وضعها في بند من بنود المشروع مثل الضريبة والتأمين والمخاطر .



Indirect cost



Direct cost

► Price & Cost :

► * Price :

و هي السعر الشامل التكلفة مع الأرباح و هو المبلغ الذي يطلبه المقاول من المالك .

► * Cost :

و هو التكلفة الكلية لإتمام المنشأ دون إضافة الأرباح ، و يقوم المقاول بإضافة أرباحه إلى هذه التكلفة و يتطلب من المقاول المبلغ بما فيه الأرباح ولا يُبلغ المالك عن التكلفة لكن يطلب منه السعر مباشرة .

$$\text{► Price} = \text{Cost} + \text{Markup}$$

$$\text{► } 12 = 10 + 2$$

18% Profit

2% Risk

و هي المخاطرة التي يأخذها المقاول في حساباته نتيجة ارتفاع أسعار مواد البناء أثناء تنفيذ المشروع ، و بالتالي إذا حدثت أي زيادة لمواد البناء يتستطيع الدفع منها .

► * Quality control

و هو اختبار المنتج النهائي هل تم بالصورة التي تم التصميم عليها أم لا .

► * Quality assurance

و ذلك عن طريق مراقبة خط الإنتاج و بالتالي الهدف منها تحسين الجودة .

- - المواصفات العامة هي التي تضعها الدولة .
- - المواصفات الخاصة هي التي يضعها المهندس لمشروع معين .
- - إذا تعارضت المواصفات العامة مع الخاصة يتم تنفيذ المواصفات الخاصة .

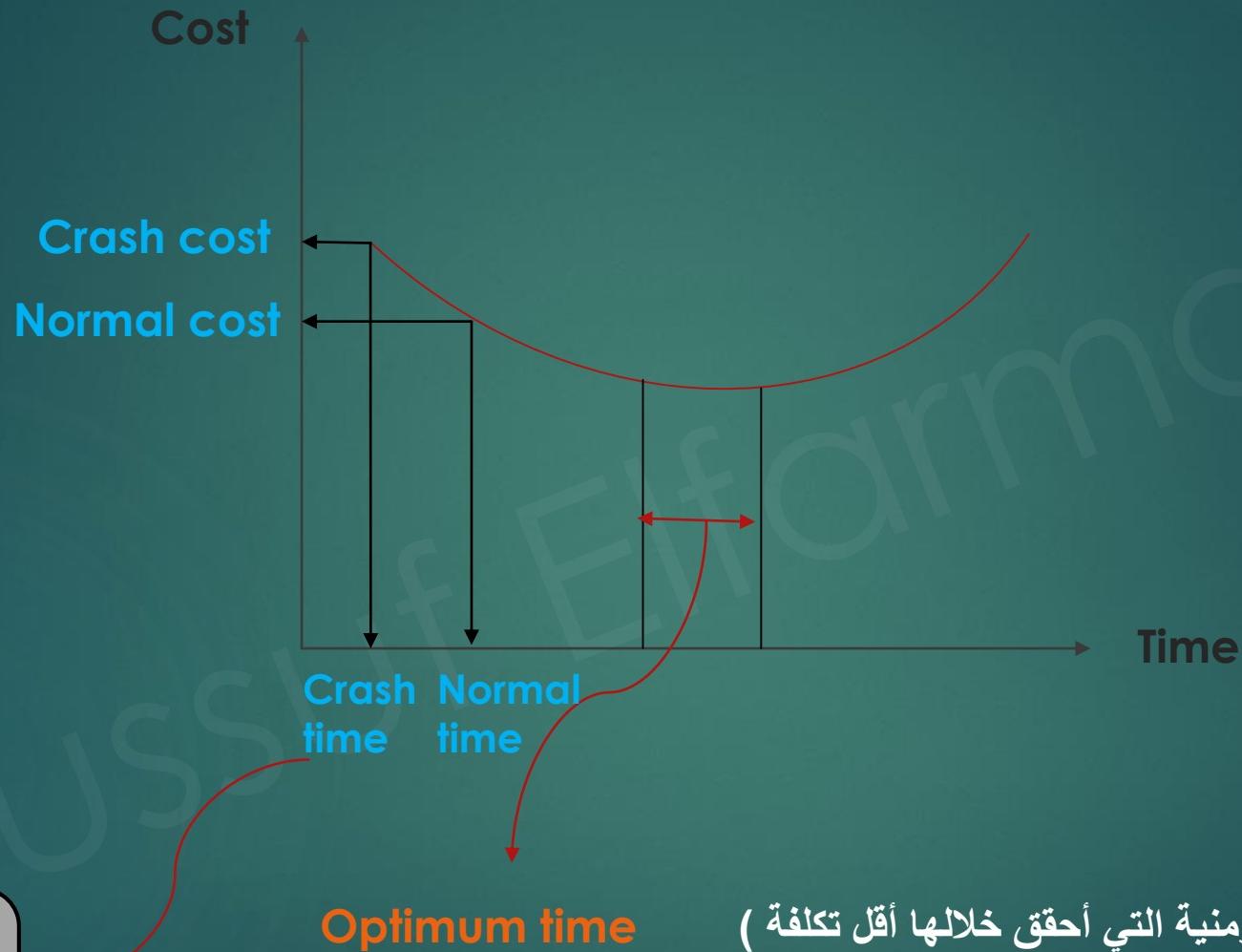
► Management elements :

- 1- Planning & scheduling
- 3- Directing

- 2- Organization
- 4- Control – in the site -

و يتم فيها وضع وصف لوظيفة كل فرد بالمشروع و الصالحيات و المسؤوليات

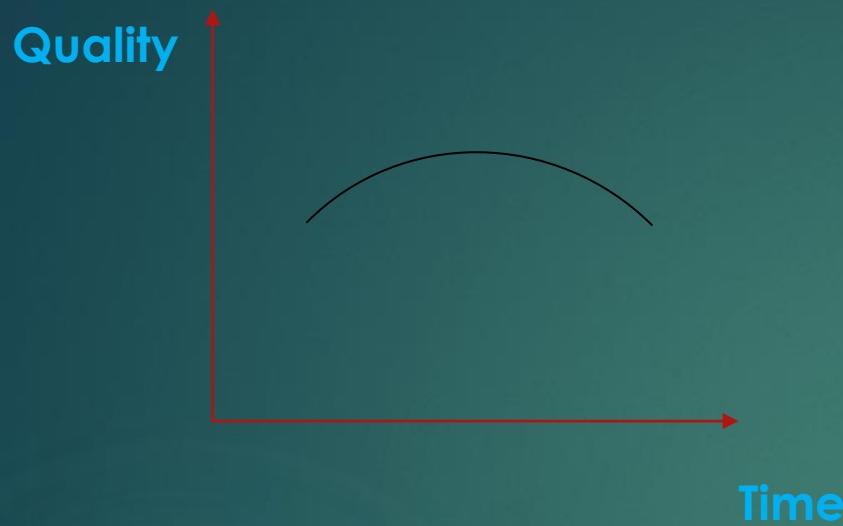
► Stages of construction project :



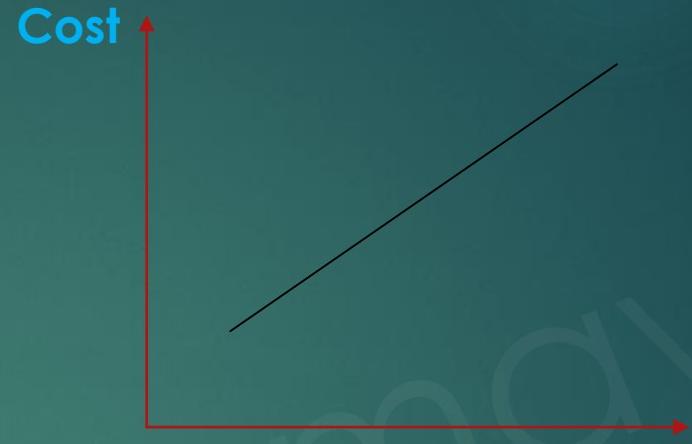
أحتاج لتحقيقها زيادة
ساعات العمل و زيادة
العمالة و العمل في
الأجزاء

(و هي الفترة الزمنية التي أحقق خلالها أقل تكلفة)

في حالة إنتهاء المشروع في الوقت العادي دون ضغط العمل تكون التكلفة عادية دون زيادة ، أما في حالة الرغبة في الإسراع من إنتهاء المشروع سريعاً تزداد التكلفة بحيث يقل عندها زمان إنتهاء المشروع ولكن بتكلفة أكبر .



كلما زاد الوقت المُتاح للتنفيذ تزداد الجودة حتى حد معين بعدها يكون هناك وقت كثير دون فائدة يُسبب تلف الجودة و بالتالي يجب تحديد الوقت المناسب مع تحقيق أعلى جودة



كلما زادت التكلفة تزداد الجودة .

- لو أعطيت الفرد في المشروع مسؤوليات كثيرة و صلاحيات قليلة يستقيل -
- لو أعطيت الفرد في المشروع مسؤوليات قليلة و صلاحيات كثيرة يتلف المشروع -

*Owner – المالك

هو الجهة التي تُتفق على المشروع.

*Contractor – المُنفذ

هو الجهة التي تُنفذ المشروع.

- أول مرحلة من مراحل المشروع يبحث المالك عن مهندسين لعمل دراسة جدوى و هي :

مجموعة من الدراسات يتم هملها في فترات تصل لستة أشهر و تتكلف مبلغ معين للتأكد من فاعلية و فائدة المشروع من تحقيق أرباح جيدة في المستقبل تشجع على تنفيذ المشروع ، فإذا اتضح جدوى المشروع يتم البدء في تصميم المشروع .

- مراحل دراسة الجدوى :

1- Technical

2- Economical

3- Marketing & environmental

4- Legal

و يتم فيها دراسة النواحي القانونية و التي من الممكن أن تكون عائق أمام تنفيذ المشروع مثلما حدث لإحدى الشركات الكبرى حيث أشتريت قطعة أرض عليها مبنى قديم لهدمه و بناء فندق و لكن نتيجة لعدم دراسة النواحي القانونية قبل الشراء تم رفض بناء الفندق نتيجة لوجوده بجانب منطقة سفارات فاضطررت الشركة لترميم المبنى دون هدمه .

► *Annual cost : A

و هي التكلفة السنوية و التي قد تكون على هيئة قسط سنوي .

► *Present value of money : P

و هي الأموال التي أدفعها أو أفترضها في الوقت الحالي .

► *Future value of money : F

و هي قيمة الأموال التي ستكون في المستقبل .

► *Annual interest rate : i

و هو مُعدل الفائدة السنوية .

$$\text{M.A.R.R} ((\text{Most attractive rate of return})) = i_b + F + i_b * F = \%21$$

و هو أقل عائد جذاب و الذي يشجع المالك على تنفيذه .

i_b
أرباح البنك
في السنة
%10

F
التضخم
و يقدر بنسبة
%10

n: عدد السنوات
i: نسبة الأرباح

n

$$F_n = P(1+i)$$

1

$$F_1 = P(1+i)$$

2

$$F_2 = P(1+i)$$

$$\blacktriangleright P = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)} \right)$$

$$\blacktriangleright F = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right)$$

$$\blacktriangleright \quad \quad \quad n$$

$$\blacktriangleright F_n = P(1+i)$$

*** Number of years : n**

الفترة الزمنية لاسترداد رأس المال .



The interest received or paid based only on the amount of money that was initially .

أي أن الأرباح المُعطاه تكون على القيمة المودعة الأولى ، ولا تتغير قيمة الأرباح من سنة لأخرى

If $P = 100 \$$ & $i= 10\%$
 F after 1 year = $110\$$
 F after 2 year = $120\$$
 F after 3 year = $130\$$

The interest earned on the initial investment on the interest earned on previous periods .

أي أن الأرباح المُعطاه كل سنة تكون تراكمية و بالتالي مع كل سنة تزداد الأرباح عن السنة التي قبلها

If $P = 100 \$$ & $i= 10\%$
 F after 1 year = $110\$$
 F after 2 year = $121\$$
 F after 3 year = $132.1\$$

► Examples :

► Ex 1 :

- If we want 8000 \$ in your account 8 years from now to buy a new machine , how much money will you have to deposit every year starting one year from now if the interested rate is 9% per years ?

أولاً يجب تحديد المُعطيات و المجهول المطلوب حسابه و من ثم الدخول في المعادلة المناسبة لحساب المجهول .
نجد أنه طلب حساب قيمة القسط السنوي المطلوب دفعه ليكون لديه \$8000 في حسابه بعد 8 سنوات بعائد سنوي 9% .

► Given : $n = 8 \text{ years}$, $F = 8000 \$$, $i = 9\%$

► Required to get A ?

$$\text{► } F = A \left(\frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right) \rightarrow$$

► $A = 725.39 \$ / \text{Year}$

$$8000 = A \left(\frac{(1 + 0.09)^8 - 1}{0.09} \right)$$

► Ex 2 :

- If you borrow 4500 \$ with a promise to make 10 equal annual payments starting 1 year from now , how much money would your payments be if the interest rate was 20% per year ?

► يلاحظ هنا أن الشخص أستعار مبلغ 4500 \$ مع وعد بسداد أقساط متساوية لمدة 10 سنوات مع وضع نسبة أرباح 20% ، و المطلوب حساب قيمة هذا القسط الدفوع كل سنة .

- Given : $P = 4500\$$ ، $i = 20\%$ ، $n=10 \text{ years}$
- Required to get A ?

$$\rightarrow P = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)} \right)$$

$$4500 = A \left(\frac{(1+0.20)^{10} - 1}{0.20(1+0.20)} \right)$$

- $A = 1073.35 \$ / \text{Year}$

► Ex 3 :

- If an engineer can Save 600\$ per year from his job , how long will it take to save enough money to buy a 2500 \$ machine , if he can get 10% per year interest on his money ?

- يلاحظ هنا أن المُهندس يستطيع تجميع 600 \$ في سنة من عمله ، فكم سنة يحتاج أن يجمع الأموال حتى يشتري ماكينة ثمنها 2500 إذا كان سيحصل على 10% نسبة أرباح في السنة ؟
- Given : $A = 600\$$, $i = 10\%$, $F = 2500 \$$
- Required to get n ?

$$\text{► } F = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right) \rightarrow 2500 = 600 \left(\frac{(1+0.10)^n - 1}{0.10} \right)$$

► $n = 3.65$ Years

► Elements of desing :

- 1- Architectural design
- 2- Structural design
- 3- Detailed drawing
- 4- Specifications
- 5- Bill of quantities
- 6- Method statement
- 7- Time scheduling
- 8- Cost estimate
- 9- Value engineering
- 10- Risk management

Types of Tenders – أنواع المناقصات :

- 1- **Open** : و هي المُناقصة العامة ، و يُعلن عنها في جريدة الأهرام وهي مفتوحة لجميع المقاولين للتقديم فيها
- 2- **Selective** : يكون المشروع ذو طبيعة خاصة ، فيطلب المالك بعض المقاولين فقط ثم ينتقي من بينهم و لكن التكلفة في هذه الحالة تزيد
- 3- **Serial** : و ذلك للمشروعات المتكررة، حيث يتم طلب عمل مثلاً مدرسة نموذج فإذا نجح المقاول في إنشاءها بالشكل المطلوب يتم توقيع عقد لمشاريع جديد
- 4- **Forced** : و ذلك بالإسناد المباشر أو أوامر التكاليف و ذلك في الحالات الآتية :
- * إذا كان المشروع ذو تكنيك خاص
 - * إذا كان المقاول تابع لأعمال المالك ، و وبالتالي فالمالك يسند إليه المشروع مباشرة
 - * للمشروعات السرية مثل المطارات الحربية
 - * إذا كان المالك ليس لديه مال فيلجأ لمقاول يصبر عليه حتى يُسدّد تكاليف المشروع

► Price & Cost :

Price

Cost

Lump-sum (L.S)	Unit price (U.P)	Cost Plus (C.P)	Target cost (T.C)
<ul style="list-style-type: none"> * المالك لن يكون له سماحية لتغيير أي أعمال في المشروع ، و إذا أراد إحداث تغيير ستكون التكلفة كبيرة . * لاستخدام هذا النوع يجب أن يكون التصميم كاملاً لتجنب إحداث أي تغيير . 	<ul style="list-style-type: none"> * يُحاسب المالك المقاول على كل وحدة . * الثمن الكلي غير معروف بالنسبة للمالك ، لكن المعروف هو ثمن الوحدة . * يلزم المقاول بعدم تغيير ثمن الوحدة إذا غير المالك في الكمية إذا كان هذا التغيير في حدود 25%. * أي Risk يتغير في الكميات يتحمله المالك . * أي Risk يتغير في فرق أسعار المواد يتحمله المقاول لأنه أتفق مع المالك مسبقاً على سعر الوحدة . 	<ul style="list-style-type: none"> * يلجأ إليه المالك إذا كان هناك العديد من التغيرات المتوقعة خلال تنفيذ المشروع . * المالك هو من يشتري المواد و يعطي المقاول نسبة فقط . * يكون للمالك حرية كاملة لإحداث أي تغيير أثناء المشروع . * أي Risk يتغير يتحمله المالك كاملاً . 	<ul style="list-style-type: none"> * يضع المالك للمقاول سقفاً للتكلفة بحيث لا تزيد تكلفة المشروع عن رقم معين . * إذا زادت التكلفة عن السقف المحدد يتحمل المقاول 50% من الخسائر و كذلك في المكسب .



**Flexibility
for the
owner**

Min

Min

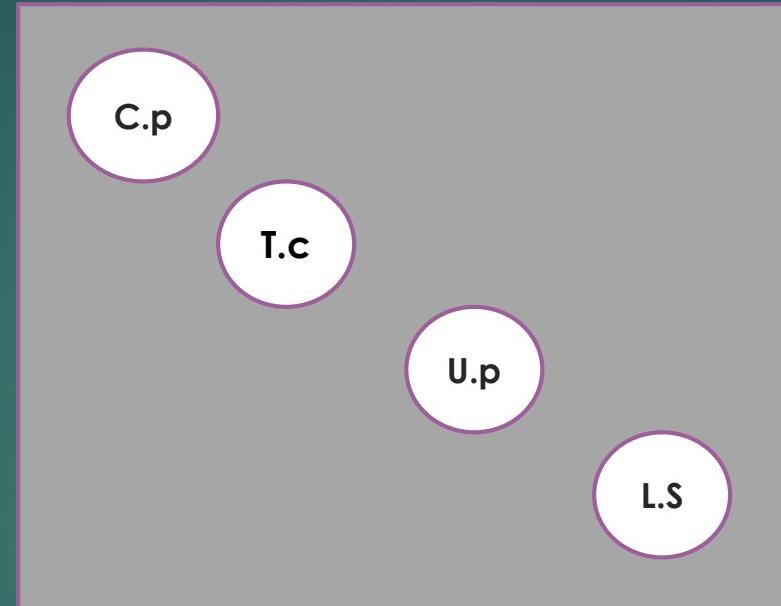
Max

Min

Max

**Risk for
Contractor**

**Incentive
for
contractor**



► **Commissioning :**

- يحتفظ المالك بجزء من مستحقات المالك 5% كضمان لمدة سنة ، فإذا حدث خلال هذه الفترة أي مشكلة أو عيب ظهر في المشروع يكون المقاول هو المسئول و يتحمل تكاليف إصلاح هذه المشكلة ، و إذا لم يأتي يتم خصم مبلغ التصليح من الـ5% المستحقة للمقاول .

► Planning & Scheduling for construction projects :

► **Work breakdown structure (W.B.S) :**

هو تقسيم المشروع إلى مجموعة من الأعمال بحيث يمر المشروع على مراحل منتظمة حتى الوصول للصورة المطلوبة للمشروع.

Example :

مطلوب بناء مبني مكون من دور أرضي و 3 أدوار متكررة ؟

تكون هنا أول مرحلة مثلاً عمل جاسات للثربة ثم صب الأساسات ثم الدور الأرضي فالأول و الثاني و الثالث ، ثم بعد ذلك ندخل مرحلة جديدة متقدمة في المشروع مثل أعمال التشطيبات و هكذا حتى الوصول للصورة المصمم عليها المبني .

1- Bar chart .

2- Precedence diagram .

3- Arrow diagram .

► Bar chart

► -Important definitions :

► Activity :

هو أي بند من بنود المشروع مثل ((بند النجارة – بند المحارة – بند البياض)). ►

Critical activity :

هو البند الذي إذا تأخر يؤدي لتأخير المشروع .

Non critical activity :

هو البند الذي إذا تأخر لا يؤخر من المشروع .

Duration :

هي الفترة الزمنية التي يستغرقها إتمام البند .

Predecessor ((Depend on)):

أي أن هذا البند يعتمد على بند آخر و وبالتالي لن يبدأ مثلاً إلا إذا أنتهى بند آخر
فمثلاً أعمال المحارة لن تبدأ إلا بعد الإنتهاء من بناء الحوائط بالطوب الأحمر . ►

► Estimated cost :

هي تكلفة البند ، وقد تكون هذه التكلفة خلال أسبوع أو شهر أو خلال المشروع كله حسب المُعطى . ►

► Resources :

هي موارد المشروع مثل عماله – مواد بناء

► Example :

Activity	Duration	Predecessor *depend on*	Estimated cost per activity	Resources	
				N	Min
A	2	--	10,000	4	4
B	3	A	12,000	6	3
C	6	A	12,000	18	18
D	5	A	15,000	15	10
E	1	B,C	5,000	3	3
F	6	D,E	8,000	6	6

- 1- Draw the bar chart for this project .
- 2- Draw early time histogram .
- 3- Level the no. of crews to no more than 36 crews per week & histogram your solution .
- 4- Draw cash flow diagram ((cash in & cash out)) .in this project if the indirect cost is estimated as 1000 \$ per week & the profit margin = 10% & the periodic payments are received one month billing .

► Solution :

► 1- Draw the bar chart of the project .

► المطلوب هنا رسم علاقة بين و البنود لذلك يجب من الجدول السابق دراسة حالة كل بند متى سيبدأ و متى ينتهي و هل يعتمد على بنود أخرى أم لا ، لذلك س يتم تحليل الجالوقت دول السابق لكل بند .

► ACTIVITY A :

► مُعطى أن مُدته أسبوعين و لا يعتمد على أي بند آخر لذلك هو بداية المشروع مثلاً قد يكون عمل الأساسات ، و تكلفته 10,000 جنيه ، و يحتاج من موارد المشروع و التي هي هنا أطقم عمل في العادي 4 و عند ضغط العمل أقل عدد ممكн من الأطقم هو 4 أيضاً .

► Activity B :

► مُعطى أن مُدته 3 أسابيع و يعتمد على البند A أي أنه يجب أن ينتهي البند A أو لا حتى يمكن البدء في البند B ، لذلك س يتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثاني حتى الإسبوع الخامس .

► Activity C :

► مُعطى أن مُدته 6 أسابيع و يعتمد على البند A أي أنه يجب أن ينتهي البند A أو لا حتى يمكن البدء في البند C ، لذلك س يتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثاني حتى الإسبوع الثامن .

► Activity D :

▶ مُعطى أن مُدته 5 أسابيع و يعتمد على البند A أي أنه يجب أن ينتهي البند A أوًلاً حتى يُمكن البدء في البند D ، لذلك س يتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثاني حتى الإسبوع السابع .

► Activity E :

▶ مُعطى أن مُدته أسبوع واحد و يعتمد على البند B&C أي أنه يجب أن ينتهي البند B&C أوًلاً حتى يُمكن البدء في البند E ، ويلاحظ أن البند B أنتهى بعد 5 أسابيع أما البند C أنتهى بعد 8 أسابيع ، لذلك س يتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثامن حتى الإسبوع التاسع .

► Activity F :

▶ مُعطى أن مُدته ستة أسابيع و يعتمد على البند D & E أي أنه يجب أن ينتهي البند D & E أوًلاً حتى يُمكن البدء في البند F ، ويلاحظ أن البند D أنتهى بعد 7 أسابيع أما البند E أنتهى بعد 9 أسابيع ، لذلك س يتم البدء في هذا البند من الأسبوع التاسع حتى الإسبوع الخامس عشر .

► How to compare between Critical & Non critical activity ?

► Activity A :

▶ **Critical** B,C&D لذاك يعتبر هذا البند **Non critical** إذا تأخر سوف يؤخر من بدء البنود التي تعتمد عليه

► Activity B :

▶ **Critical** E ، لكن البند **Non critical** B & C هو الذي ينتهي بعد الإسبوع الثامن ، و بالتالي هناك سماحية لتأخيره أو مد أو تأخير البند **Non critical** B بشرط أن ينتهي قاصي حد عند الإسبوع الثامن الذي ينتهي عند البند **Non critical** C ، لذلك فإن البند **Non critical** B يعتبر بند **Critical**

Activity C :

▶ **Critical** C هو الذي يعتمد عليه البند **Non critical** E ، لذلك فإن البند **Critical** C يعتبر بند **Non critical**

Activity D :

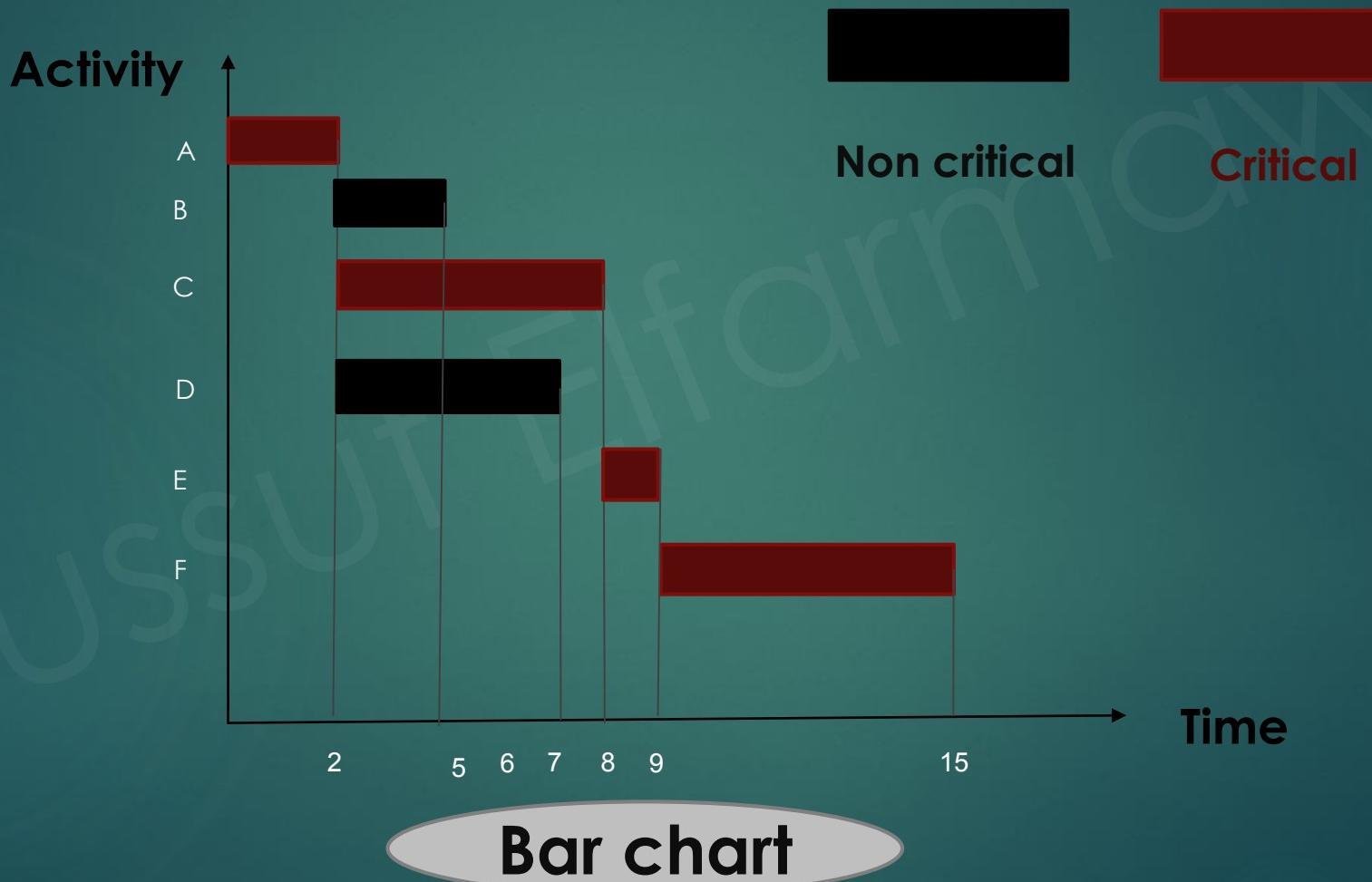
▶ **Critical** F ، ولكن البند **Non critical** D & E يعتمد على كل من **Critical** D & E لذاك لن يبدأ إلا إذا أنتهى البندان **Critical** D & E معاً ، لذلك نجد أن **Critical** F هو الذي ينتهي عند الإسبوع التاسع ، لذلك يعتبر البند **Non critical** D بند **Non critical** حيث يكون مسموح له بالحركة أو التمدد خلال الفترة من أسبوعين إلى 9 أسابيع أي حتى بداية البند **Non critical** F لأن البند **Non critical** F يعتمد عليه .

Activity E :

▶ **Critical** E يعتمد عليه البند **Non critical** F ، وبالتالي لن يبدأ البند **Non critical** F إلا إذا أنتهى البند **Critical** E ، لذلك أي تأخير في البند **Critical** E مما يؤخر من زمان المشروع ، لذلك يعتبر البند **Critical** E بند **Non critical**

► Activity F :

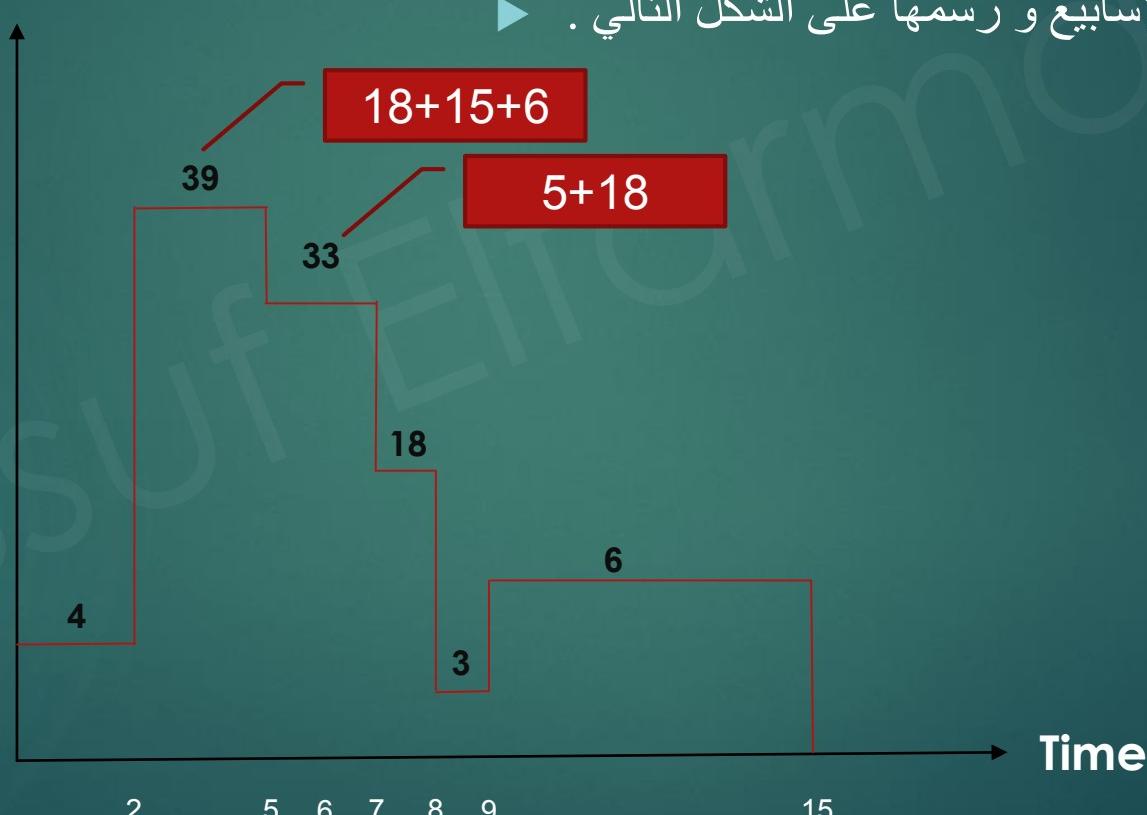
► البند F هو آخر بند في المشروع ، وبالتالي ليس هناك أي بنود بعده ، لذلك فإن أي تأخير في هذا البند يؤخر من المشروع ، لذلك يعتبر البند F بند Critical



► 2- Draw Early time histogram :

- أي المطلوب رسم علاقة بين Resources و هي عدد أطقم العمال المطلوبة في كل أسبوع و الموجودة بالجدول بالرمز N و ذلك بتجميع عدد الأطقم المطلوبة لكل البنود التي تعمل في كل أسبوع .
- فمثلاً الإسبوع الثالث نجد B & C & D ينفذان معاً في الإسبوع الثالث و يحتاجوا عدد أطقم عمل بمجموع $18+15+6=39$ طقم .

► و هكذا يتم حساب عدد الأطقم لـ كل الأسابيع و رسمها على الشكل التالي .

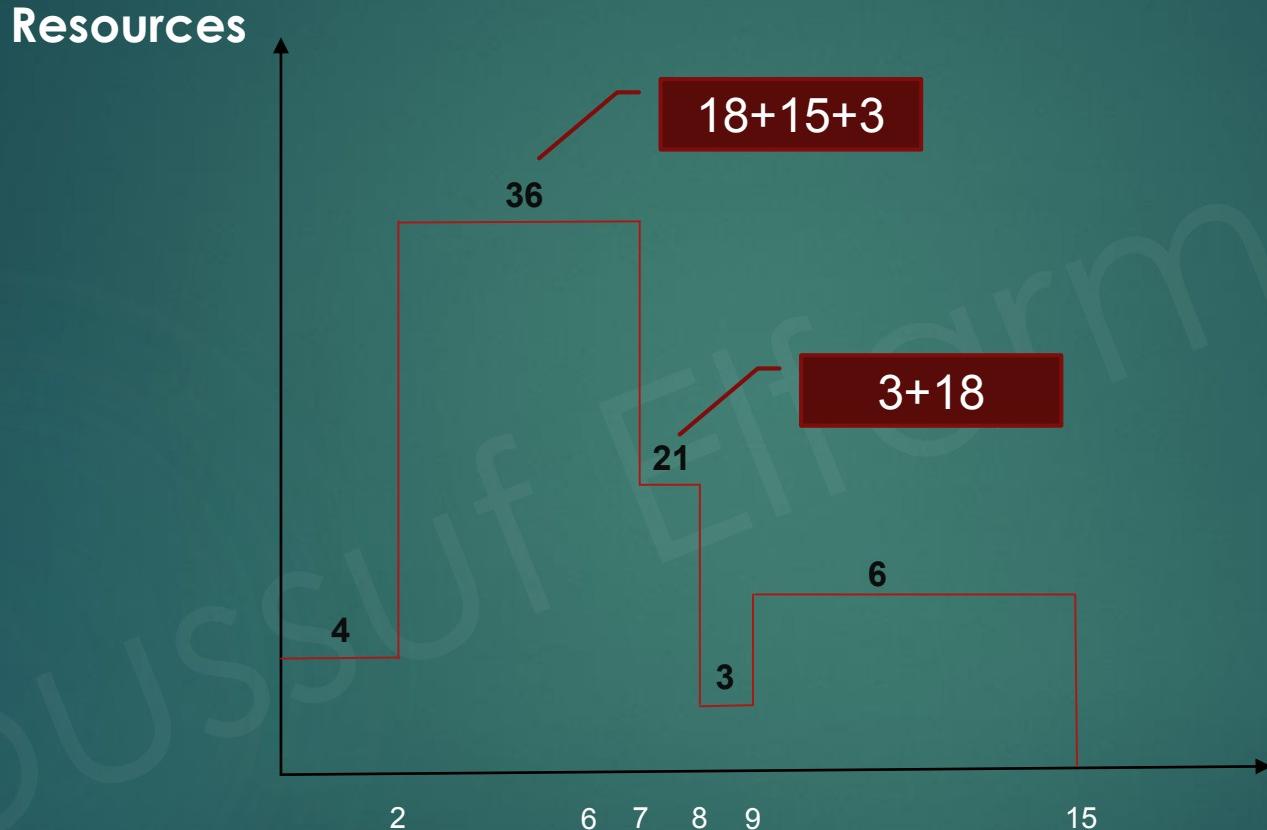


Early time histogram

► 3- Level the no. of crews to no more than 36 crews per week & histogram for your solution :

- ▶ المعطى هنا أن الشركة لن تستطيع أن توفر أكثر من 36 طقم عمل في أي أسبوع ، لذلك يجب عمل ما يُسمى بـ Levelling حتى أجعل عدد الأطقم لا يزيد عن 36 طقم في الإسبوع .
- ▶ المشكلة موجودة في الفترات التي بها عدد الأطقم في الإسبوع أكثر من 36 ، و نلاحظ وجود هذه المشكلة في الإسبوع الثاني و الثالث و الرابع و الخامس حيث أن عدد الأطقم المطلوبة بها 39 طقم أسبوعياً و هذا يزيد عن طاقة الشركة التي توفر 36 طقم عمل فقط
- ▶ لذلك يجب إستغلال Non critical activities حيث أنها البنود القابلة للحركة و التأخير أو المد لأنها لا تؤثر على تأخير المشروع .
- ▶ فمثلاً البند B هو بند Non critical لذلك من الممكن أحرك هذا البند أو أمده مع الأخذ في الاعتبار أقل عدد أطقم من الممكن أن تتوافر في نفس الوقت فالبند B كما مُعطى في الجدول يمكن أن يقل عدد الأطقم إلى 3 أطقم فقط في نفس الوقت ، و هذا البند مسموح له أن يتأخّر أو يمتد حتى الإسبوع الثامن كما ذكرنا ، لذلك نجرب أن نستخدم 3 أطقم عمل فقط لمدة 6 أيام و وبالتالي العدد الكلي للأطقم ظلّ كما هو 18 طقم ، كُلّ ما حدث أن عدد الأطقم قلّ من 6 إلى 3 فقط و وبالتالي زادت فترة العمل لمدة 6 أسابيع بدلاً من 3 أسابيع لكن في النهاية ظلّ المجموع ثابت و هو 18 طقم ، و هذا التعديل ساعد على تقلييل عدد أطقم العمل إلى 36 في الفترة التي كانت بها المشكلة في الإسبوع الثاني و الثالث و الرابع و الخامس ، و المطلوب الأن رسم Histogram بعد هذا التعديل .
- ▶ لذلك سيتم رسم نفس المطلوب السابق و لكن مع إجراء التعديل الذي يجعل عدد الأطقم لا يزيد عن 36 في أي وقت .

► Histogram after Levelling :



Histogram after Levelling

- 4- Draw cash flow diagram (Cash in & Cash out) in this project if the indirect cost is estimated as 1000\$ per week & profit margin = 10% & the periodic payments are received one month billing .

يجب أولاً معرفة معنى كل من Cash in & Cash out

► Cash out :

Direct & Indirect cost ► هي مصاريف التكلفة الفعلية التي يدفعها المقاول كتكلفة إنشاء فقط دون أن يحسب أرباحه و هي تساوي

► Cash in :

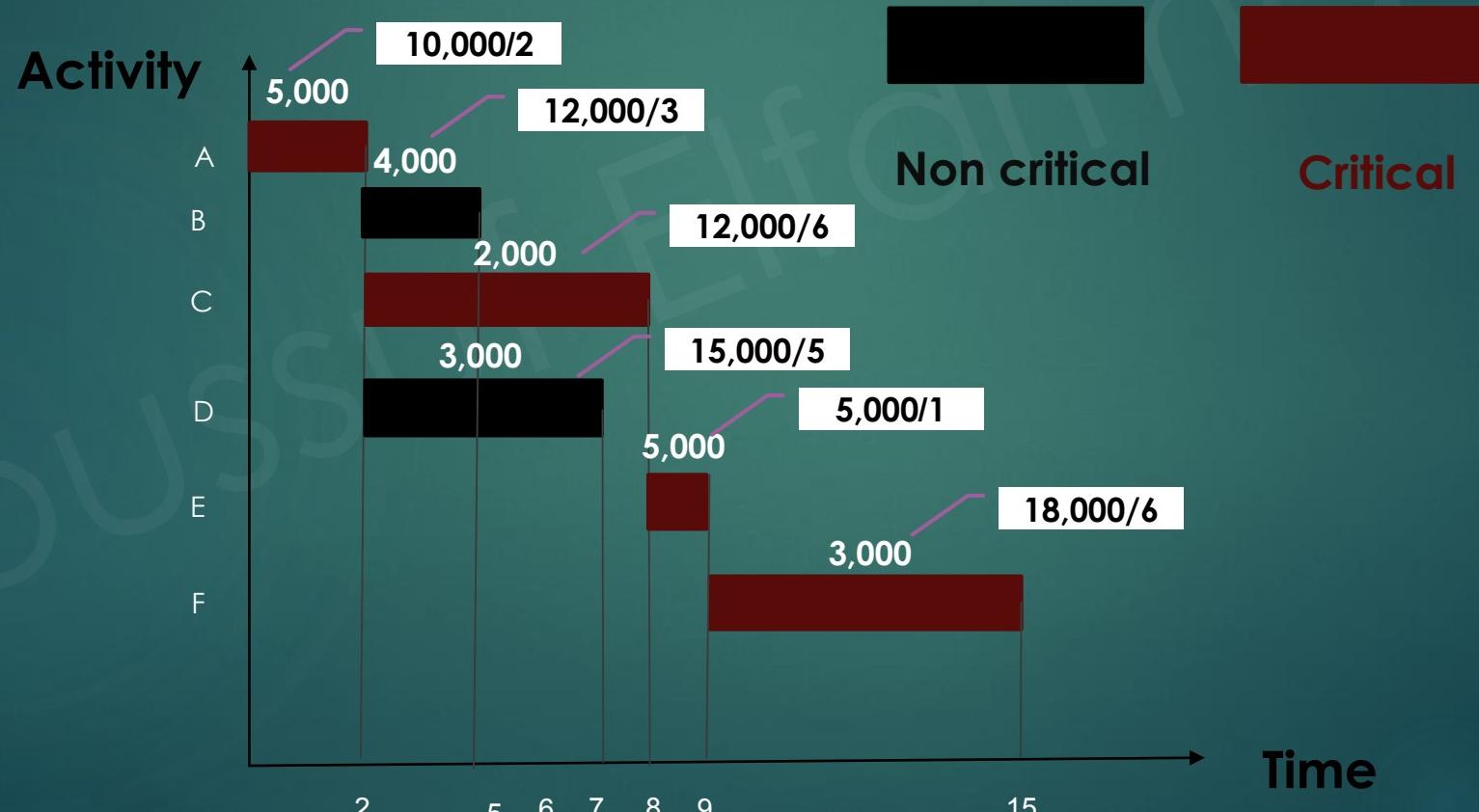
هي المصاريف التي يدفعها المقاول كمصاريف إنشاء بالإضافة إلى أرباحه و بالتالي

$$\text{Cash in} = \text{Cash out} * (\text{Profit margin \%} + 1)$$

► و في هذا المثال ذكر أن المقاول يدفع من ماله على المشروع ، و بعد شهر يرسل المالك الشيك إلى المقاول بالأموال الخاصة بالشهر الذي دفعه المقاول ، و هذا الشيك يكون **Cash in** أي شاملًا التكلفة + الأرباح .

سوف يتم دسم علاقه بين التكالفة و الزمن ، وسيتم رسم مُنحبين ، الأول خاص بالـ **Cash in** و الثاني خاص بالـ **Cash out** .
 سيتم رسم مُنحني الـ **Direct cost & Indirect cost** كل شهر ((4 أسابيع)) و يشمل الـ **Cash out** ، بالنسبة للـ **Direct & Indirect cost** ،
 و الذي يمثل تكلفة البند ، ثم أرسم مُنحني الـ **Indirect cost** و هو رقم ثابت و مُعطى \$1000 شهرياً .

▶ نبدأ أولًا برسم **Cash out** ، فاحتاج إلى رسم **Bar chart** عليها التكالفة الخاصة بكل بند ((أضع فوق كُل بند))



▶ نبدأ الآن برسم منحنى Cash out و ذلك بتحديد قيمة التكلفة كُل شهر و توقيع نقاط التكلفة لرسم المُنحنى .

Time	Cash out = direct + indirect cost
@ $t = 0$	0
@ $t = 4$	$5000*2 + 4000*2 + 2000*2 + 3000*2 + 1000*4 = 32,000$
@ $t = 8$	$32,000 + 4000*1 + 2000*4 + 3000*3 + 1000*4 = 57,000$
@ $t = 12$	$57,000 + 5000*1 + 3000*3 + 1000*4 = 75,000$
@ $t = 15$	$75,000 + 3000*3 + 1000*3 = 87,000$

$$\text{Indirect Cost} = 1000\$ * \text{Duration}$$

يظهر على شكل مُنحنى متغير كل شهر.

▶ نبدأ الآن برسم منحنى Cash in و هو يشمل التكلفة بالإضافة إلى أرباح المقاول ، و من المعطى أن المقاول حدد لنفسه أرباح 10 %

$$\text{Cash in} = \text{Cash out} * (\text{Profit margin \%} + 1) = \text{Cash out} * 1.1$$

Time	Cash in = Cash out * 1.1
@ $t = 0$	0
@ $t = 4$	0
@ $t = 8$	$32,000 * 1.1 = 35,200$
@ $t = 12$	$57,000 * 1.1 = 62,700$
@ $t = 15$	$75,000 * 1.1 = 82,500$
@ $t = 19$	$87,000 * 1.1 = 95,700$

▶ لذلك تكون مُعادلة حساب Cash in كالتالي ..

يظهر على شكل درجات السلم .



Cash flow diagram ((Cash in & Cash out))

► Precedence diagram

أولاً يجب معرفة معنى بعض المفاهيم :

► 1- Finish to start :



► 2- Start to start :



► 3- Start to finish :



► 4- finish to finish :



أي لن يبدأ البند B إلا إذا أنتهى البند A

أي لن يبدأ البند B إلا إذا بدأ البند A

أي لن ينتهي البند B إلا إذا بدأ البند A

أي لن ينتهي البند B إلا إذا أنتهى البند A

Total float

هي الفترة الزمنية المسموح للبند أن يتأخر دون أن يؤخر باقي المشروع .

$$\begin{aligned} T.F &= L.S - E.S \\ &= L.F - E.F \end{aligned}$$

Early start

هو أول زمن مسموح للبند أن يبدأ عنده ، و بالتالي يكون في أول بند يساوي صفر لأنها بداية المشروع ، لكن في البنود التالية يعتمد على البنود التي قبله .



Total float

هو الفترة الزمنية المسموح للبند أن يتأخرها دون أن يؤخر أي من البنود التي تليه .

Early finish

هو آخر زمن مسموح للمقاول أن ينجز في هذا البند .

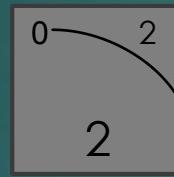
هو فترة تنفيذ البند ، و تكون معطاه في الجدول لكل بند .

$$\begin{aligned} Dur. &= L.F - L.S \\ &= E.F - E.S \end{aligned}$$

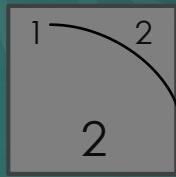
► Critical path :

هو أطول مسار في الشبكة ، و بالتالي هو الذي يُحدّد زمن المشروع . ►

من المُمكِن أن يكون هناك أكثر من Critical path ، لكن يؤدي ذلك إلى أن الـ Risk يزيد دائمًا Free float أقل من أو يُساوي Total float لكن لا يزيد عنْه . ►



لو بدأنا المشروع يُعتبر الآتي ..
 ليس يوم عمل E.S
 يوم عمل E.F



لو بدأنا المشروع يُعتبر الآتي ..
 يوم عمل E.S
 ليس يوم عمل E.F

► Lag :

- هي الفترة الزمنية بين بندين ، فهي مثلًا مثل الوقت اللازم لكي تمسك المونة قبل الدخول في البند الذي يليه .



Overlap :

- و ذلك في حالة الرغبة في ضغط المشروع ، فنبداً البند قبل أن ينتهِ البند الذي قبله .



► Example :

Activity	Duration (week)	Predcessor (depend on)	Relation
A	2	--	F.S
B	3	A	F.S
C	6	A	F.S
D	5	A	F.S
E	1	B & C	F.S
F	6	D & E	F.S

- 1- Draw the given precedence diagram .
- 2- Calculate total float & free float for all activities .
- 3- Determine the critical path .

E.S		E.F
اسم البند		
L.S	Duration	L.F

سنقوم برسم شبكة كاملة بحيث كُل بند يُمثل هذا الشكل
ثم نربط بينهم حسب العلاقات المُعطاه بينهم و حسب
إعتماد أي بند على بنود أخرى . ►

من الجدول المعطى نستنتج الآتي :

- *البند A مُعطى Duration الخاصة به 2 و هو زمن التنفيذ لهذا البند و لا يعتمد على أي بند آخر و وبالتالي $E.F_A = 0 + 2 = 2$
 - *البند B من الجدول يعتمد على البند A ، و العلاقة بينهم F.S ، لذلك لن يبدأ البند B إلا إذا انتهى البند A و كما ذكرنا في النقطة السابقة فإن البند A انتهى عند 2، و بالتالي فإن E.F للبند B هي E.S للبند A ، و كان مُعطى أن Duration البند B تساوي 3 و بالتالي فإن $E.F_B = 2 + 3 = 5$
 - *البند C من الجدول يعتمد أيضًا على البند A ، و بالتالي تكون $E.S_C = 2$ لأنه لن يبدأ إلا إذا انتهى البند A ، و مُعطى أن Duration للبند C تساوي 6 لذلك فإن $E.F_C = 6 + 2 = 8$
 - *البند D من الجدول يعتمد أيضًا على البند A ، و بالتالي تكون $E.S_D = 2$ لأنه لن يبدأ إلا إذا انتهى البند A ، و مُعطى أن Duration للبند D تساوي 5 لذلك فإن $E.F_D = 5 + 2 = 7$
 - *البند E من الجدول يعتمد على البندين B & C ، و بالتالي لن يبدأ إلا إذا انتهى البند B & C معًا ، و كما تم حسابه في النقاط السابقة فإن البند B ينتهي بعد 5 أسابيع ، بينما البند C ينتهي بعد 8 أسابيع ، لذلك فإن البند E يبدأ بعدما ينتهي الإسبوع الثامن وكانت Duration = 1 و بالتالي فإن $E.F_E = 1 + 8 = 9$
 - **البند F من الجدول يعتمد على البندين D & E ، و بالتالي لن يبدأ إلا إذا انتهى البند D & E معًا ، و كما تم حسابه في النقاط السابقة فإن البند D ينتهي بعد 7 أسابيع ، بينما البند E ينتهي بعد 9 أسابيع ، لذلك فإن البند F يبدأ بعدما ينتهي الإسبوع التاسع ، وكانت Duration = 6 و بالتالي فإن $E.F_F = 6 + 9 = 15$
- و بالتالي فإن آخر بند و هو البند F قد انتهى بعد 15 أسبوع ، و بالتالي نستنتج من ذلك أن زمن المشروع هو 15 أسبوع .

* بذلك استطعنا الحصول على كل قيم $E.S & E.F$ و مُتبقي الأن تحديد قيم $L.S & L.F$ و هو ما س يتم إستنتاجه في الخطوات التالية . ▶

* البند الأخير يكون **Critical** و بالتالي ليس هناك أي تأخير مسموح به في هذا البند **No float** لأنه سوف يؤخر المشروع كله ، و بالتالي ▶
فإن $L.F_F = E.F_F = 15$

* نتحرك الأن بالعكس أي من اليمين إلى اليسار لتحديد قيمة $L.S$ للبند F ، فتكون بالتالي ▶

* البند F معتمد على كل من البنددين $D & E$ و كما ذكرنا أننا نتحرك الأن من اليمين إلى اليسار و بالتالي ▶

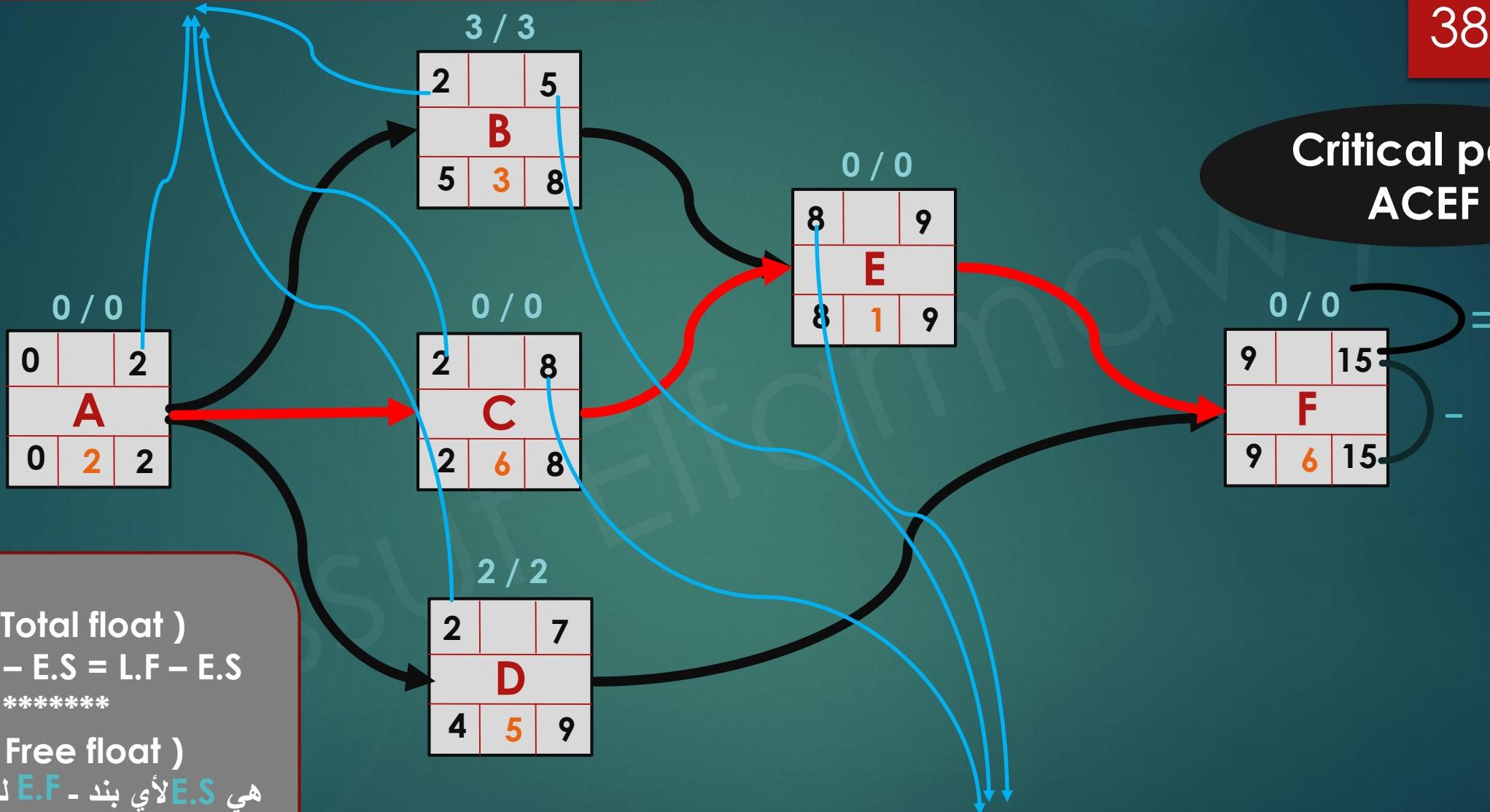
* ثم نحسب الأن $L.S$ لكل من البنددين $E & D$ عن طريق المُعادلة التالية $L.F - Duration = L.S$ و بالتالي
 $L.S_D = 9 - 5 = 4$
 $L.S_E = 9 - 8 = 1$

* البند E معتمد على كل من البنددين $B & C$ و كما ذكرنا أننا نتحرك الأن من اليمين إلى اليسار و بالتالي ▶

* ثم نحسب الأن $L.S$ لكل من البنددين $B & C$ عن طريق المُعادلة التالية $L.F - Duration = L.S$ و بالتالي
 $L.S_B = 8 - 3 = 5$
 $L.S_C = 8 - 6 = 2$

* أخيراً يتبقى البند A و الذي يعتمد عليه كل من البنود $B & C & D$ و بالتالي يتم أخذ أصغر قيمة $L.S$ من بين البنود الثلاثة و تكون هي $L.S$ For A كالتالي ▶
ثم أحصل على $L.F_A - Duration of A = L.S_F = 2 - 2 = 0$

$E.F_A = E.S \text{ Of } B, C \& D$
و معناها أن البند $B, C \& D$ سوف تبدأ بعدما ينتهي البند A



T.F (Total float)
 $T.F = L.S - E.S = L.F - E.S$

F.F (Free float)
هي لأي بند - $E.F$ للبند الذي قبله

Ex : $E.S_B - E.F_A$
 $E.S_E - E.F_B$

$E.S_E =$ The biggest $E.F$ of $B \& C$
و معناها أن البند E لن يبدأ إلا بعدما ينتهي كلاً من البند $B \& C$

► Arrow Diagram

- **Dummy activity :**
- 1- Activity with zero duration .
- 2- Used to satisfy activities relations .



لا يترّف هذا النّظام بيندين
بنفس الاسم

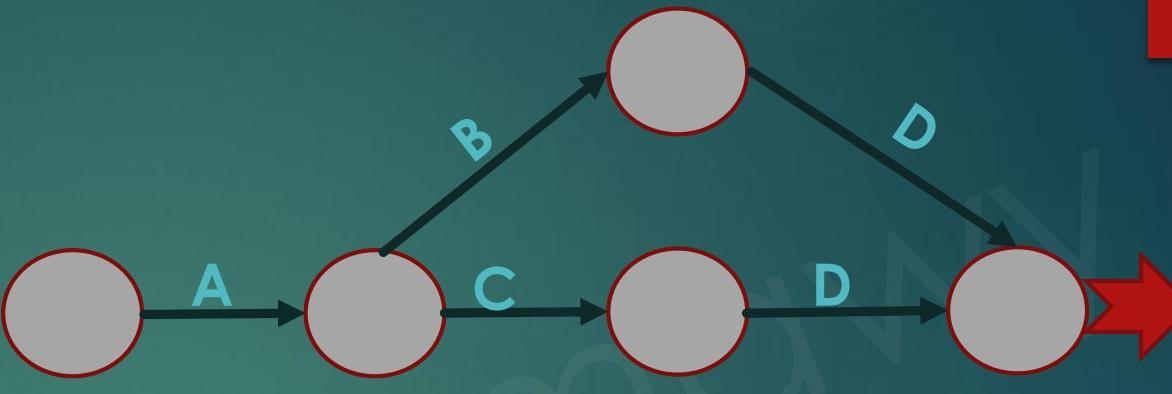
Dummy activities
Finish to start

المُمَيَّزات :
سهولة الاستخدام .

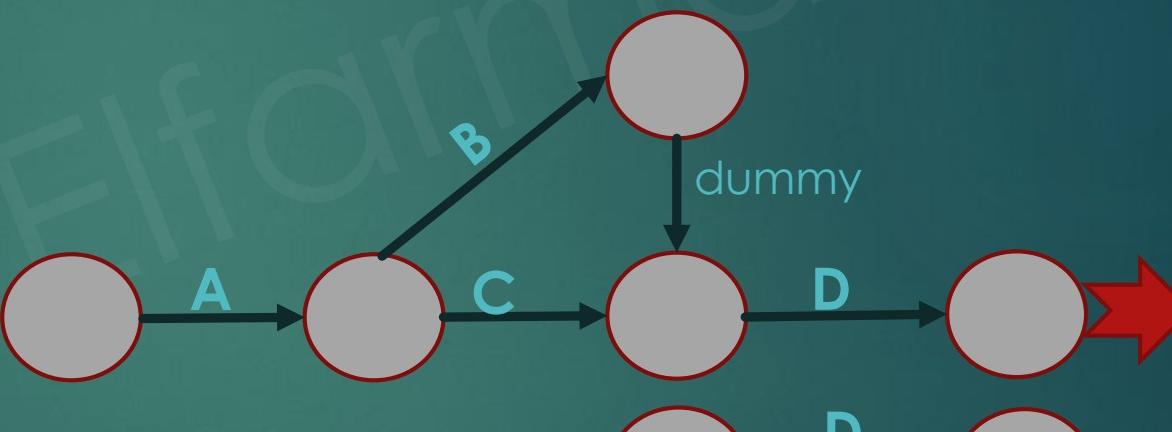
العيوب :

► Case (1) :

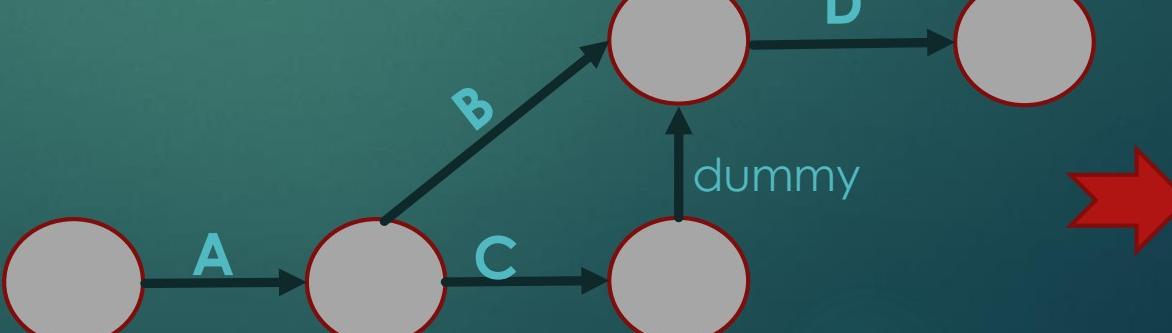
Activity	Depends on
A	--
B	A
C	A
D	B,C



حل خطأ
نتيجة لوجود
بندين بنفس
الاسم
D



حل صحيح
نتيجة لعدم
وجود بنود
مكررة .

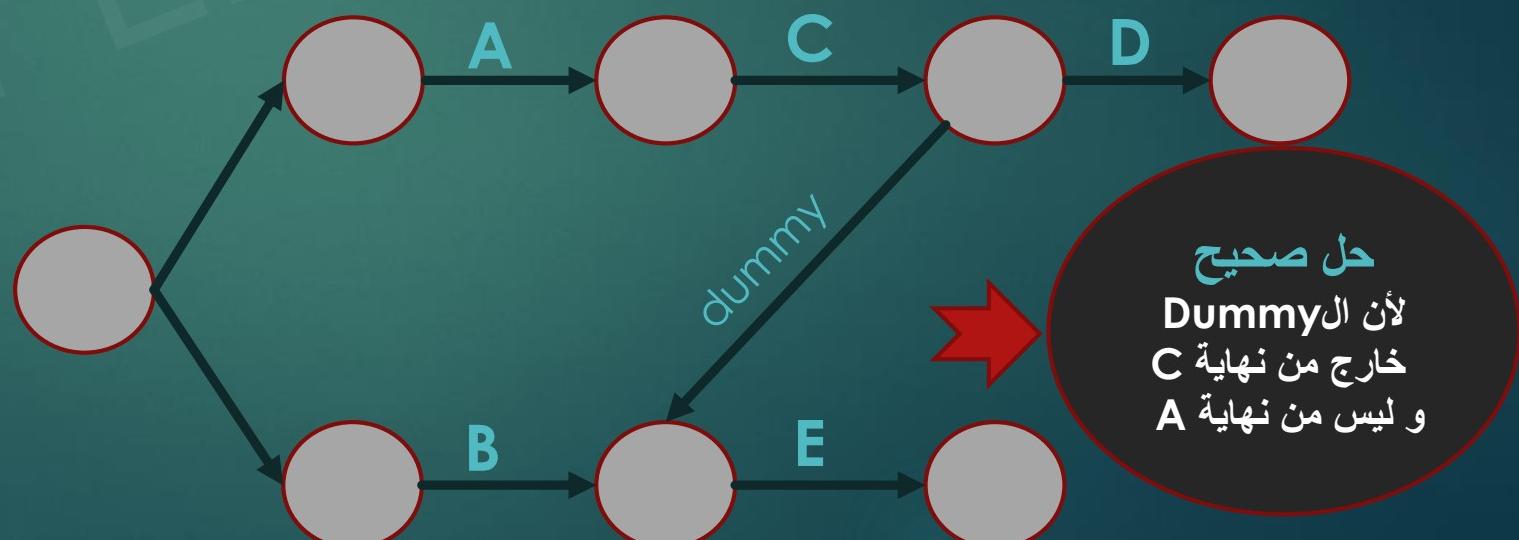
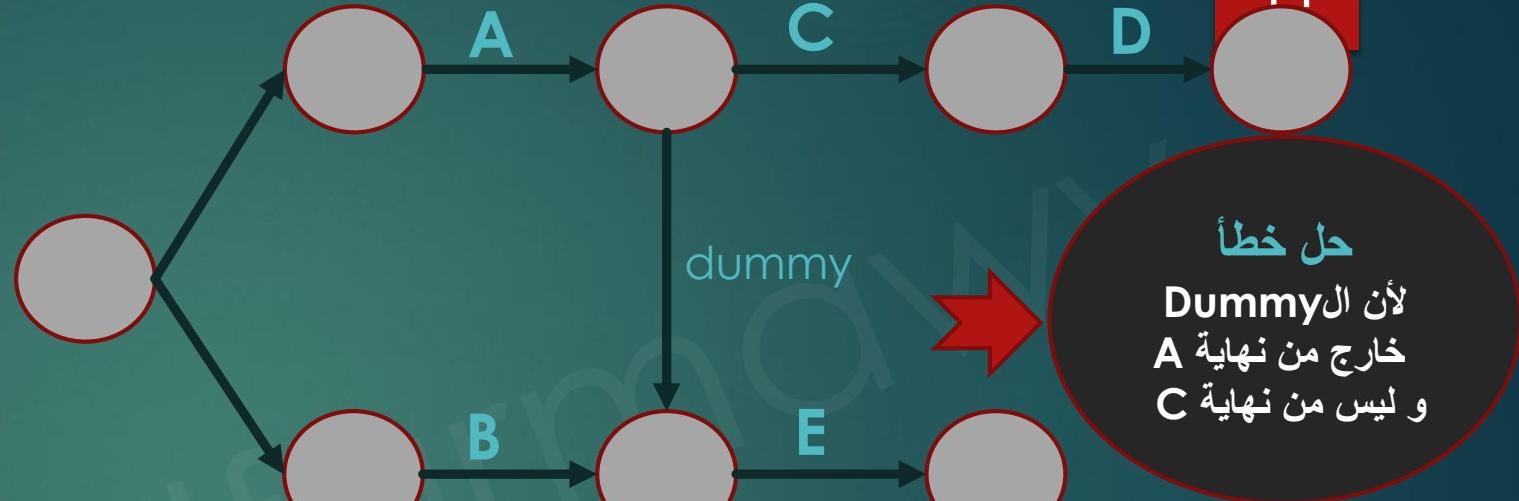


حل صحيح
نتيجة لعدم
وجود بنود
مكررة .

► Case (2) :

41

Activity	Depend on
A	--
B	--
C	A
D	C
E	B,C

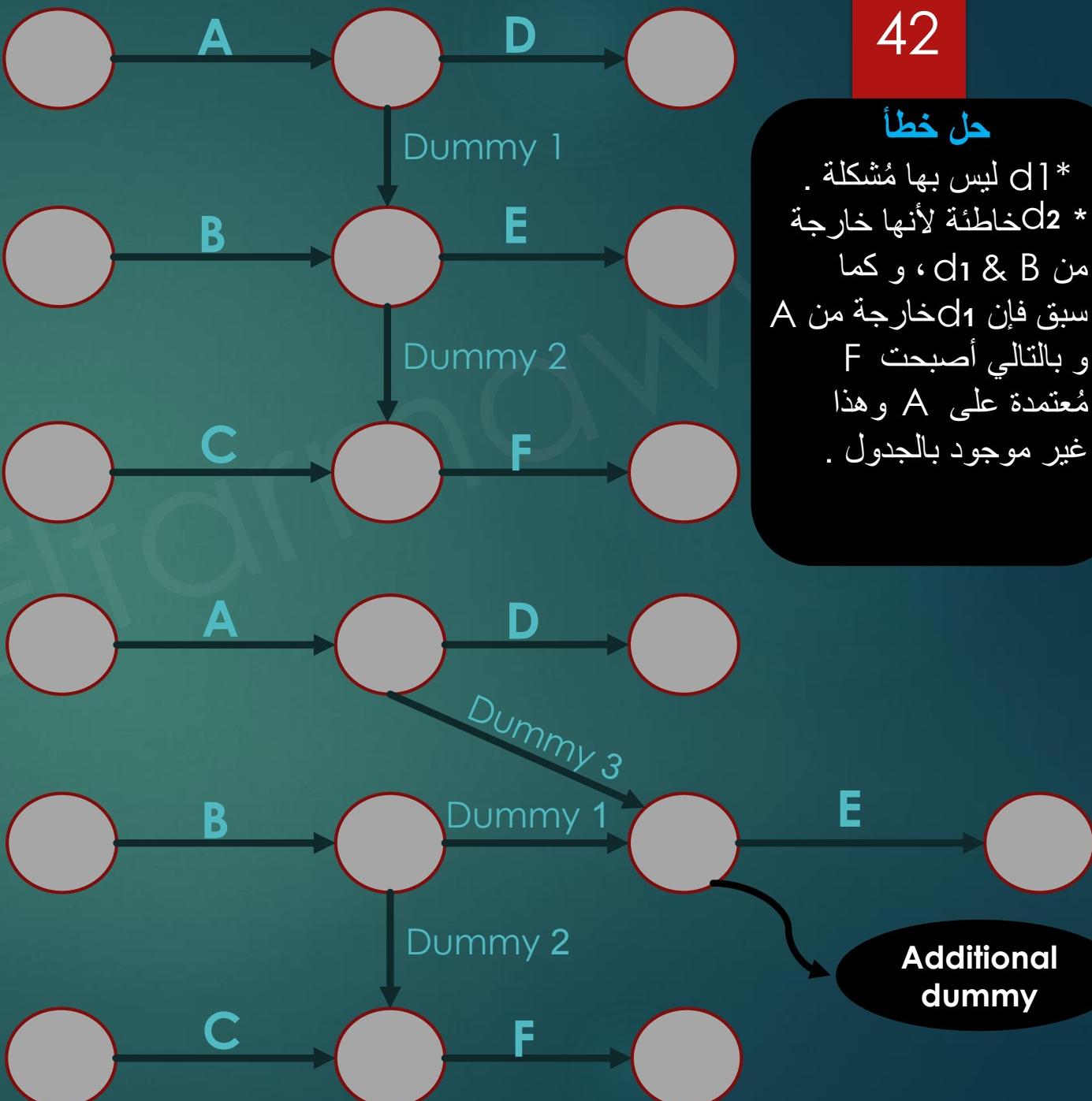


► Case (3):

Activity	Depends on
A	--
B	--
C	--
D	A
E	A , B
F	B , C

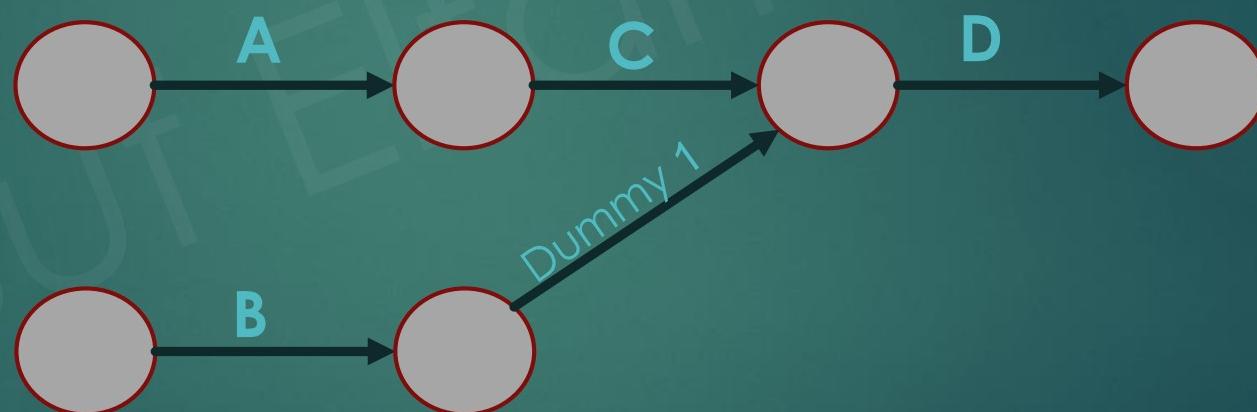
حل صحيح

تم استخدام Dummy جديدة بحيث أصبح البند F لا يتبع على البند A.



► Case (4) :

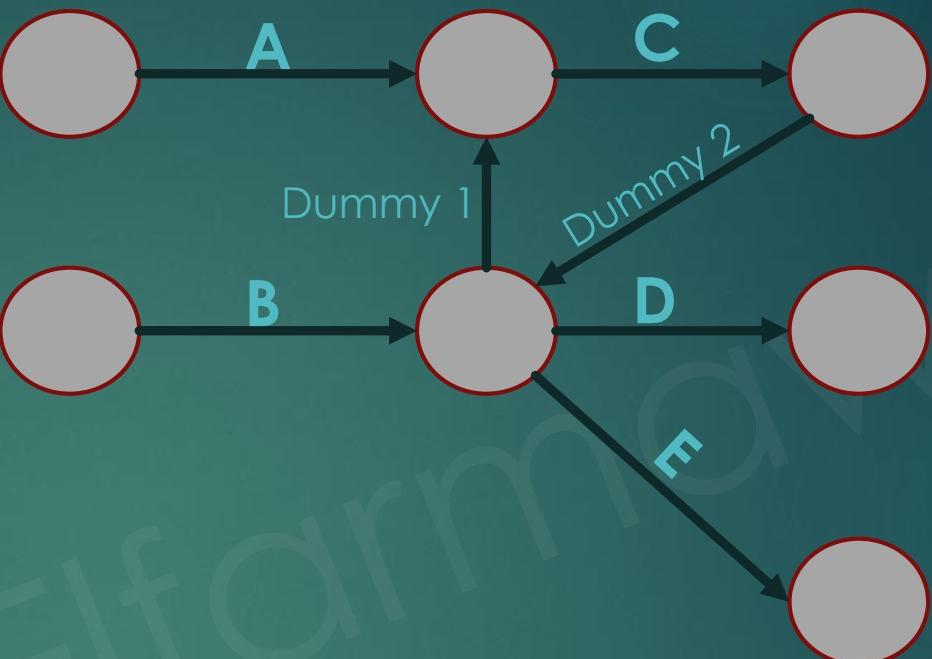
Activity	Depends on
A	--
B	--
C	A
D	B , C



Unnecessary Dummy , but relation is correct .

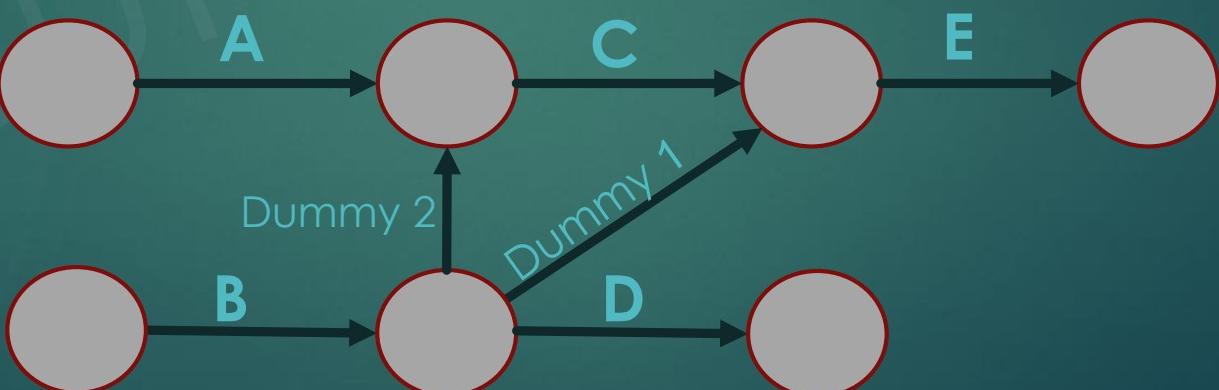
► Case (5) :

Activity	Depends on
A	--
B	--
C	A , B
D	B
E	B , C



حل خطأ

لأن بهذا الحل أصبح البند D يعتمد على C وهذا غير موجود بالجدول



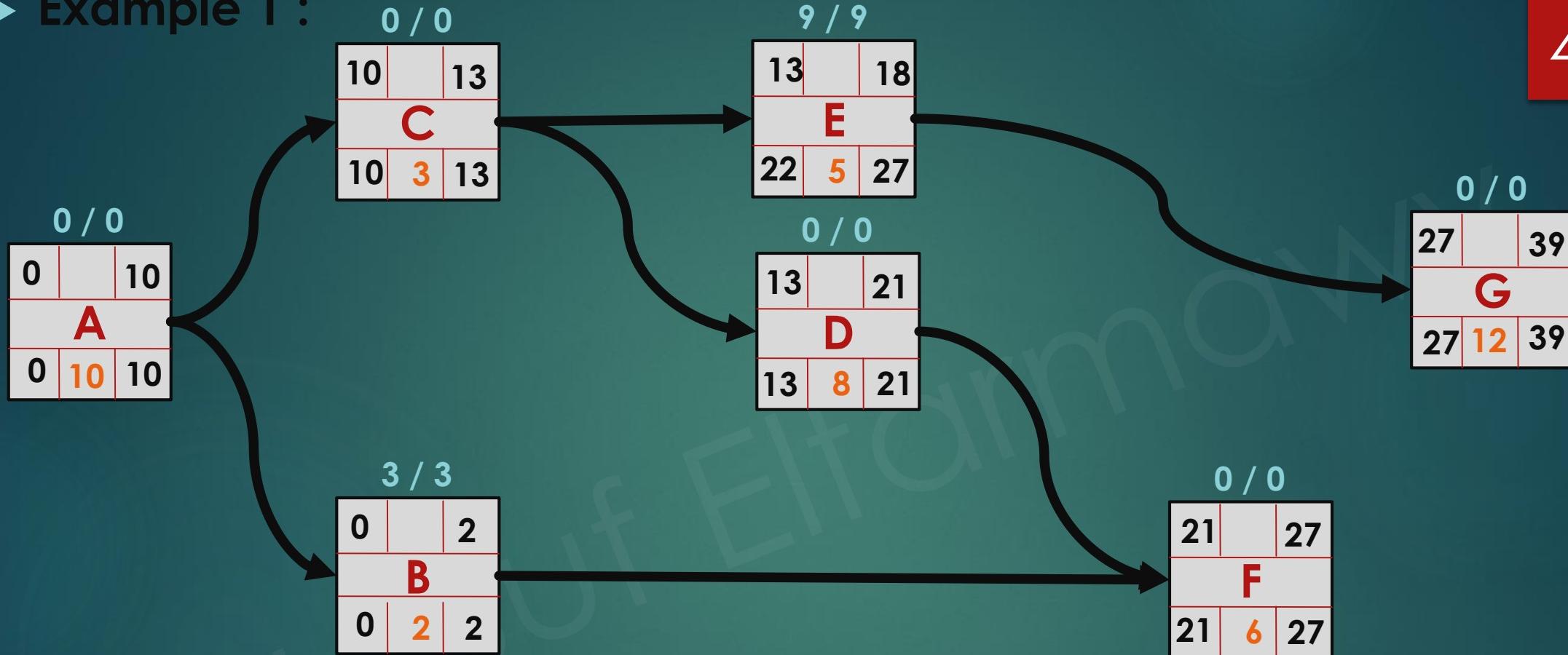
حل صحيح

لأن بهذا الحل أصبح البند D لا يعتمد على C وهذا هو موجود بالجدول .

►The Update

- * عند تاريخ معين من زمن المشروع يتطلب من المخطط عمل تحدث مثلاً عمل تحدث بعد 30 يوم عمل بالمشروع ، و خلال فترة العمل حدثت بعض التغييرات في البنود مثلاً بدأت مبكراً أو انتهت متأخرة ، أو أُعطيت فترة زمنية أكثر أو أقل من اللازمة لإنتمام البند .
- * فيتم رسم Precedence diagram بشكل عادي ثم يطلب عمل تحدث حسب التغييرات التي حدثت لبعض البنود ، و وبالتالي يتغير زمن المشروع نتيجة لهذه التغييرات .
- * عند عمل Update إذا كان هناك بند قد انتهى فعلاً قبل هذا التحدث يتم حذف هذا البند من الشبكة ، و يكون زمن الصفر هو زمن عمل التحدث .

► Example 1 :



- For the following network , the progress report after 12 working days included the following information .

*تم تقرير لهذه الشبكة بعد 12 يوم عمل ، و النقاط التالية توضح التحديثات التي حدثت للبنود . ▶

- ▶ *Activity D will be delay in start by 2 days .
 - ▶ *Activity E was under estimated & now is required 10 days .
 - ▶ *Activity F cannot start before working day 30 .
 - ▶ *Activity G was over estimated & it's now believed to require 10 days .
-
- ▶ **Find :**
 - ▶ 1- The project duration & the critical path.
 - ▶ 2- Construct the reduced network at day 12 .
 - ▶ 3- Update the network & determine the project duration , new total & free float & new critical path .

- 1- The project duration is 39 & the critical path is ACDEF .

- 2- The report after 12 working days :

درس كل التغييرات التي حدثت للبنود خلال فترة العمل و توضيح التغيير الذي يُسببه كُل بند في الشبكة .

- *Activity D will be delay in start by 2 days .

أي أن هذا البند سيتأخر عن بدايته المحددة في الشبكة يومين ، فكان من المفترض أن تبدأ عند $E.S = 13$ أي أنه سيبدأ عند $E.S = 15$ و طالما قال Start يخرج سهم من الـ Start

- *Activity E was under estimated & now is required 10 days .

أي أن البند E محدد له Duration أقل من اللازم عن التي يحتاجها و هي كانت 5 أيام ، فذكر أنها تحتاج إلى 10 أيام بدلاً من 5 أيام ، لذلك أعدل الـ Duration الخاصة بها إلى 10 أيام . ►

- *Activity F cannot start before working day 30 .

أي أن البند F لن يبدأ قبل 25 يوم عمل ، ومعنى $E.S = \text{Working days} - 1 = 29$ أي أن 30 Working days

- *Activity G was over estimated & it's now believe to require 10 days .

أي أن البند G أخذ وقت أكثر من اللازم و هي 12 يوم ، فمطلوب تقليلاًها إلى 10 أيام فقط . ►

► Important notes :

- 1- سيتم عمل **Update** ، و بالتالي سيكون لهذا البند E.S هو زمن عمل الـ **Start activity with duration = 0**.
- 2- ذكر في المثال **Update after 12 working days** أي بعد 12 يوم عمل أي في اليوم الـ 13.

Working days = 13 ، so E.S = W.D - 1 = 13 – 1 = 12 days

12		12
	Start	
	0	

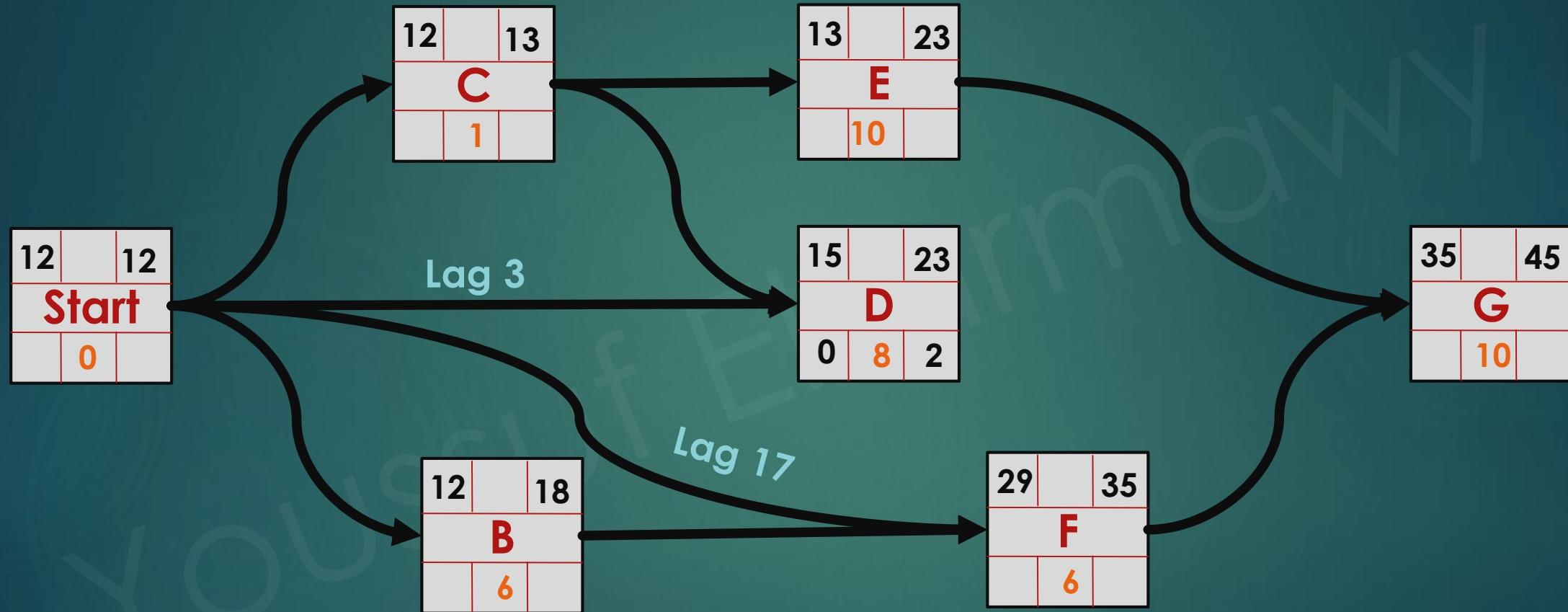
- 3- يتم عمل **Start activity** بهذا الشكل ، و يكون هو بداية الـ **Update**.

- 4- أي بند لم يذكر في التحديات أو التعديلات المطلوبة لن يدخل معنا في الشبكة الجديدة بشرط أن يكون بدأ و انتهى قبل عمل الـ **Update**.
- كمثال هنا لم يذكر أي تعديلات للبنود **A & B & C** ، لذلك سنرى هل هذه البنود انتهت قبل الميعاد المطلوب فيه عمل الـ **Update** أم لا.
- *البند **A** كما مُعطى انتهى بعد 10 أيام فقط ، والـ **Update** تم بعد 12 يوم ، أي أن البند **A** لن يدخل معنا في الشبكة الجديدة.
- *البند **C** يلاحظ أنه لم يذكرهم في التحديات المطلوبة ، لكن رغم ذلك سيدخلوا معنا في الشبكة الجديدة لأنهم لم ينتهوا عند ميعاد الـ **Update**.
- المطلوب ، فالبند **B** سينتهي بعد 18 يوم ، و كذلك البند **C** سينتهي بعد 13 يوم ، لذلك فإن البندين سيدخلا معنا في الشبكة الجديدة التي سنرسمها.

- 5 - البند C & Duration B كما ذكرنا لم يذكر أي تغيير أو تحديد طرأ عليهم ، لذلك سنرى كُل منْهُم انتهى بعد أي يوم لستطيع تحديد الـ **المتبقيّة له لينتهي تماماً ...**
- * البند B كان مطلوبًا لإتمامه 8 أيام بداية من اليوم الـ 10 إلى اليوم الـ 18 ، و كما ذكرنا فإن التحديد كان بعد 12 يوم عمل ، لذلك تكون الـ Duration الخاصة بهذا البند هي 6 أيام فقط كناتج طرح زمن الإنتهاء عند اليوم الـ 18 مطروحاً منها 12 يوم زمن عمل الـ Update .
- *البند C بنفس الطريقة كان مطلوبًا لإتمامه 3 أيام بداية من اليوم الـ 10 إلى اليوم الـ 13 ، و كما ذكرنا فإن التحديد كان بعد 12 يوم عمل لذلك ستحتاج ليوم واحد آخر بداية من التحديد كناتج طرح زمن الإنتهاء عند اليوم الـ 13 مطروحاً منها 12 يوم زمن عمل الـ Update .
- 6-البند D كان قد ذكر أنه قد تأخر عن بدايته التي من الطبيعي أن تكون في اليوم الـ 13 ليبدأ بعدها بيومين أي تكون بدايته في اليوم الـ 15 ، أما الـ Duration فلم يجري بها أي تعديل وبالتالي تبقى كما هي 8 أيام ، و طالما ذكر كلمة Start نخرج سهم من الـ Start و أكتب عليه الـ Lag الذي حدث أي تأخير كان لمدة 3 أيام .
- 7- البند E ذكر أنه قد توفر له وقت أقل من اللازم ، لذلك نحتاج أنا نجعل الـ Duration لمنصة 10 أيام بدلاً من 5
- 8- البند F ذكر أنه لا يمكن أن يبدأ قبل 30 يوم عمل أي أن $E.S = 29$ ، لكن قال كلمة Start لذلك نخرج سهم من الـ Start و أكتب عليه أي تأخير بالفرق بين زمن التحديد و تاريخ بدء تنفيذ البند أي الفرق $29 - 12 = 17$
- 9- البند G ذكر أنه قد توفر له وقت أكثر من اللازم ، لذلك نحتاج أنا نجعل الـ Duration لمنصة 10 أيام بدلاً من 12 .
- بذلك انتهينا من التعرُّف على التعديلات التي حدثت لكل البنود ، لذلك نبدأ في رسم شبكة جديدة بعد التعديل

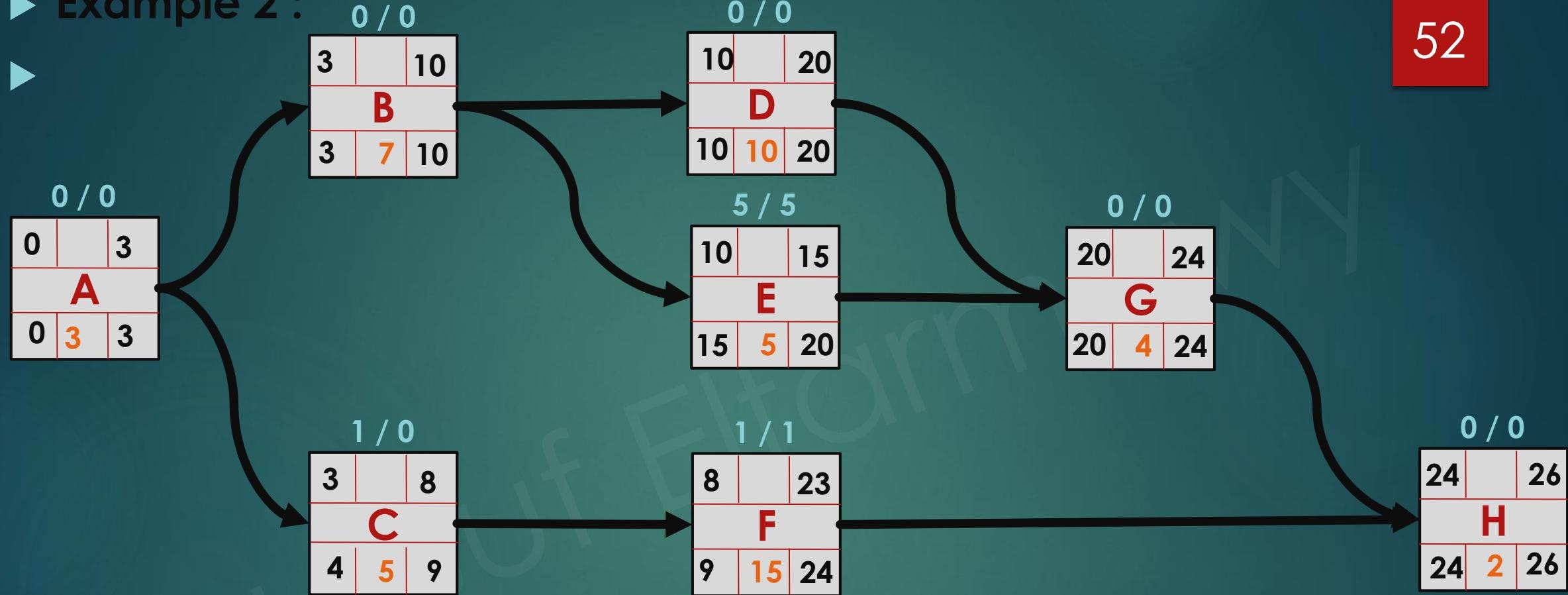
► Answer :

51



Project duration
becomes 45 days

► Example 2 :



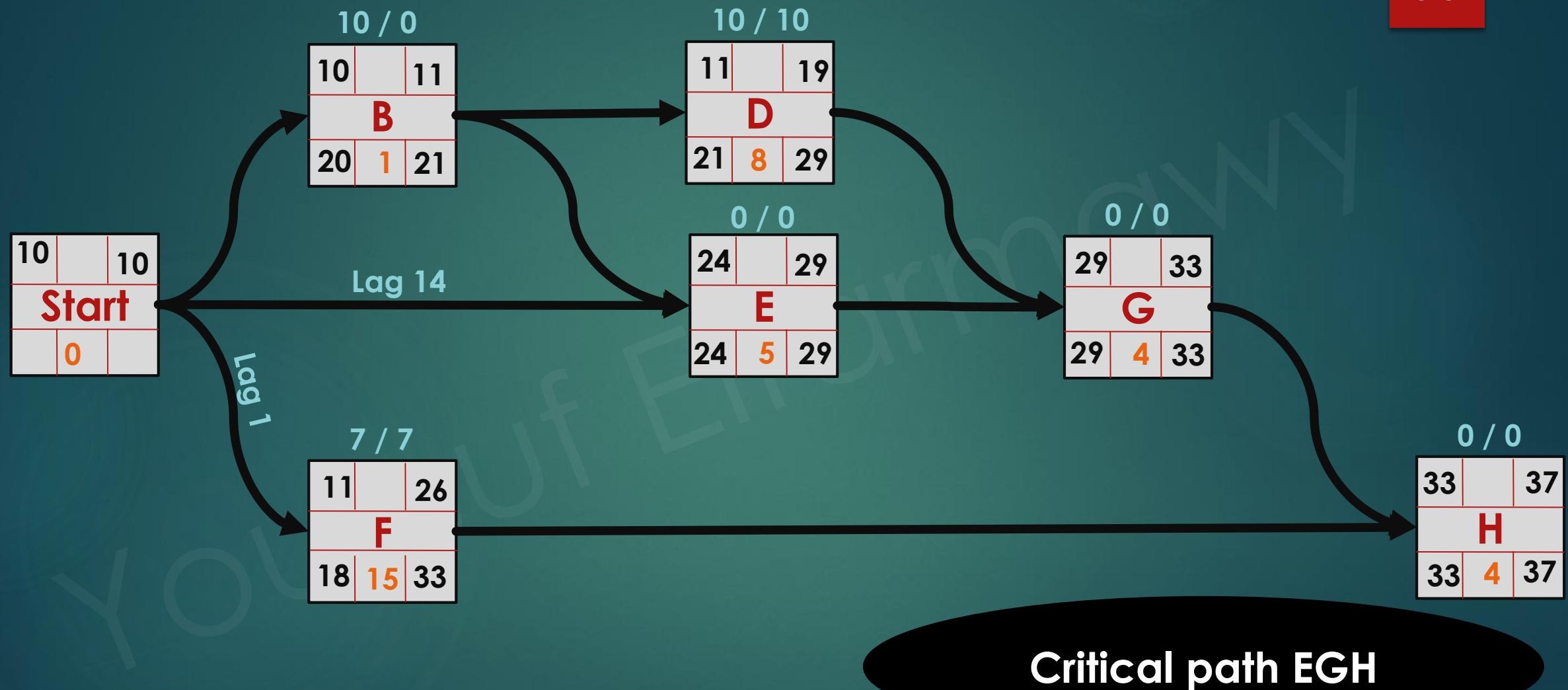
For the following network , the progress report after 10 working days included the following information .

*تم عمل تقرير لهذه الشبكة بعد 10 أيام عمل ، و النقاط التالية توضح التحديثات التي حدثت للبنود .

- ▶ *1 Day remains to finish Activity B .
 - ▶ *Activity D was over estimated & it's now believe to require 8 days .
 - ▶ *Activity E cannot start before working day 30 .
 - ▶ *Activity F will start 3 days after the finish of activity c .
 - ▶ *Activity H was over Underestimated & it's now believe to finish in 4 days .
-
- ▶ **Find :**
 - ▶ 1- The project duration & the critical path.
 - ▶ 2- Construct the reduced network at day 10 .
 - ▶ 3- Update the network & determine the project duration , new total & free float & new critical path .

- 1 - لم يذكر أي معلومات عن البندين **C & A** ، ولاحظ أنهم قد انتهوا فعلاً قبل عمل الـ **Update** و الذي بدأ عند $E.S = 10$ ، لذلك لن يكونا معنا في الشبكة الجديدة .
- 2- البند **B** ذكر أنه يحتاج يوم آخر بعد الـ **Update** لينتهي تماماً ، و كان هذا الـ **Update** قد بدأ عند $E.S = 10$ و بالتالي تكون الـ **Duration** الخاصة به يوم واحد فقط بداية من عمل التحديث عند اليوم 11 حتى اليوم 12 .
- 3-البند **F** قال أنه سيبدأ بعد 3 أيام من نهاية البند **C** ، فرغم ذلك لن أضع البند **C** في الشبكة الجديدة لكن استدل منه فقط أنه قد انتهى بعد 8 أيام لذلك سيبدأ البند **F** بعد 11 يوم أي أن $E.S = 11$ ، و طالما ذكر كلمة **Start** نخرج سهم من الـ **Start** عليه كلمة **Lag** بالفرق $1 = 11 - 10$.
- 4- البند **D** ذكر أنه قد تتوفر له وقت أكثر من اللازم ، لذلك نحتاج أنا نجعل الـ **Duration** لمدة 8 أيام بدلاً من 10 .
- 5- البند **E** ذكر أنه لا يمكن أن يبدأ قبل 30 يوم عمل أي أن $E.S = 24$ ، لكن قال كلمة **Start** لذلك نخرج سهم من الـ **Start** و أكتب عليه أي تأخير بالفرق بين زمن التحديث و تاريخ بدء تنفيذ البند أي الفرق $14 = 24 - 10$.
- 6- البند **H** ذكر أنه قد تتوفر له وقت أقل من اللازم ، لذلك نحتاج أنا نجعل الـ **Duration** لمدة 4 أيام بدلاً من 2 .
- 7- البند **G** يلاحظ أنه لم يذكر في التحديثات المطلوبة ، لكن رغم ذلك سيدخل معنا في الشبكة الجديدة لأنهم لم ينتهوا عند ميعاد الـ **Update** المطلوب ، فالبند **G** سينتهي بعد 24 يوم ، لذلك فإن البند **G** سيدخل معنا في الشبكة الجديدة التي سنرسمها .
- بذلك انتهينا من التعرُّف على التعديلات التي حدثت لكل البنود ، لذلك نبدأ في رسم شبكة جديدة بعد التعديل

► Answer :



► Planning & repetitive projects

► Line of balance * L.O.B *

► Linear & repetitive :

* يقوم النجار مثلا بعمل شدّات الدور الأول مثل الثاني مثل الثالث و هكذا . ▶

* مدينة سكنية بها مثلاً 500 فيلاً متشابهة أي أن الحفار سيحفر نفس الكمية في كل فيلا .

► Line of balance :

▶ هي إحدى طرق تخطيط المشروعات المُتكرّرة ، كتمال تقسيم مشروع لمجموعة من الوحدات وليس مجموعة من البنود .

0		1
A		
1		

تسوية - Scraping

1		3
B		
2		

حفر - Excavation

3		7
C		
4		

تسوية - Piping

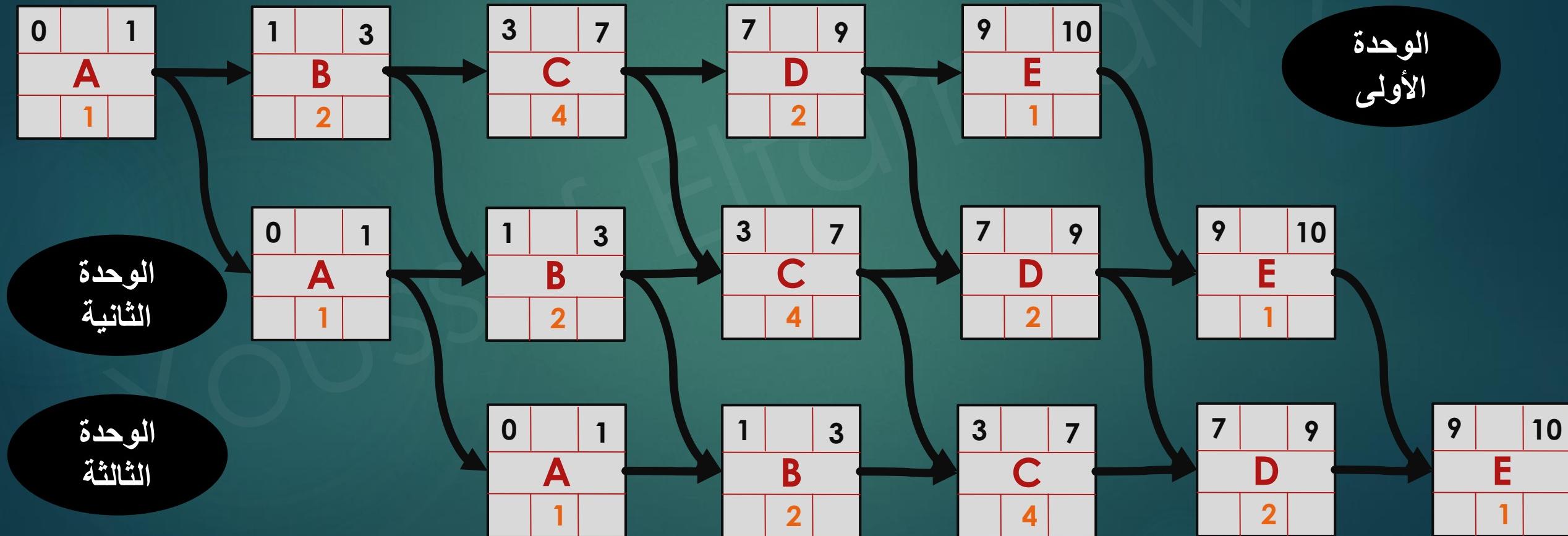
7		9
D		
2		

تسوية - Testing

9		10
E		
1		

ردم - Filling

- *تقوم ماكينة التسوية بعملها في الوحدة الأولى ثم تتجه إلى الوحدة الثانية حيث لا تنتظر لتنتهي كل البنود في الوحدة الأولى لتدخل في الوحدة الثانية.
- *يسير العمل في الموقع بهذه الطريقة ، فالحفار ينتقل من وحدة للثانية ولا ينتظر حتى تنتهي الوحدة الأولى تماماً حتى لا يتم تعطيل المشروع .



* زمن المشروع = (عدد الوحدات - 1) * زمن أطول بند مضافاً إليه زمن إنجاز الوحدة الأولى ►

فبتطبيق ذلك على المثال السابق بفرض عدد الوحدات المطلوب إنجازها 60 وحدة يكون زمن المشروع
 $T = (N - 1) * \text{Time of act. C} + 10$
 $= (60 - 1) * 4 + 10 = 246 \text{ weeks}$

* هذا القانون لا يطبق إلا بتوافر هذان الشرطان : ►

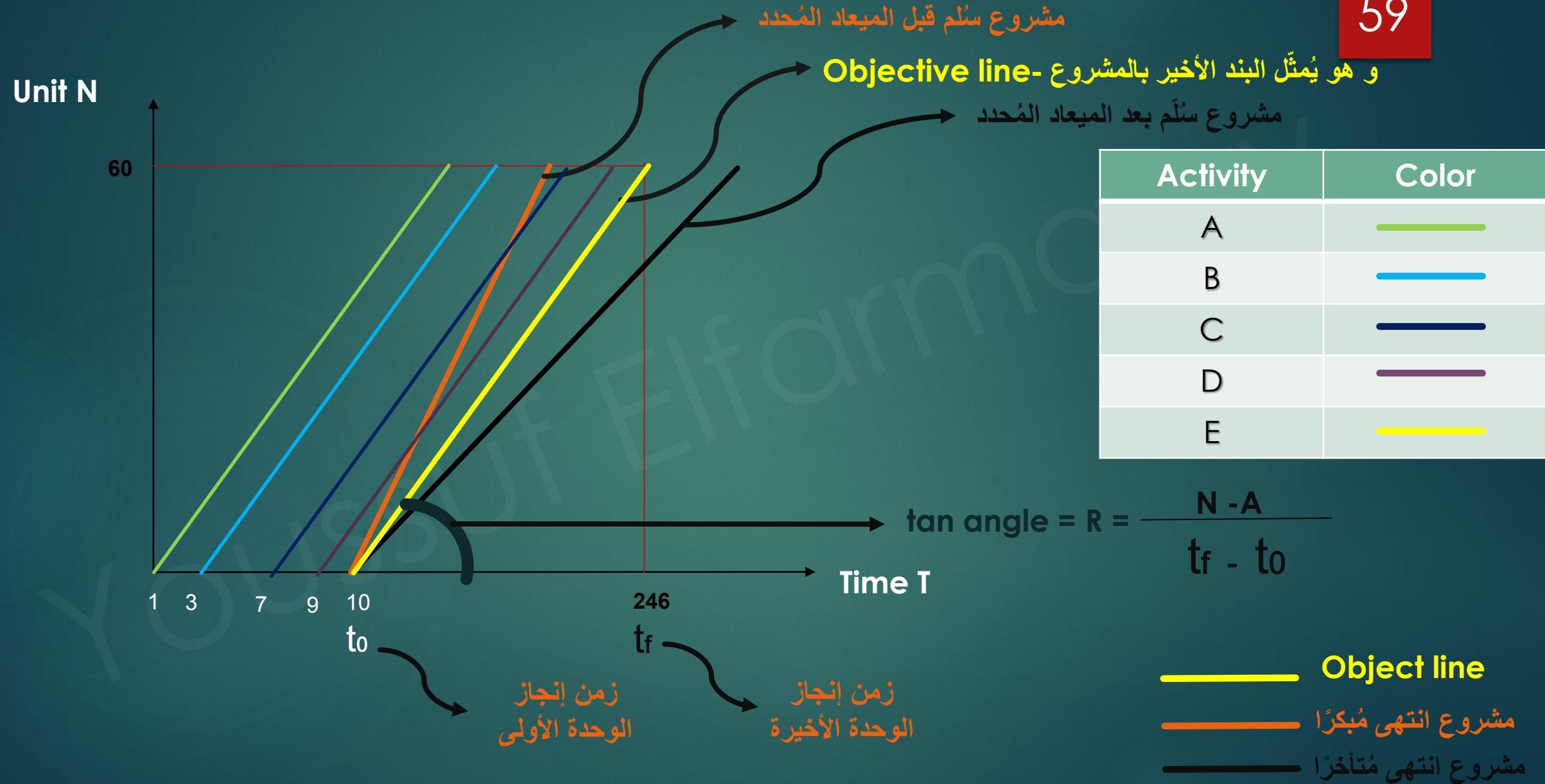
1- جميع العلاقات بين البنود F.S . ►

2- جميع البنود تستخدم طقم عمل واحد لكل منهم . ►

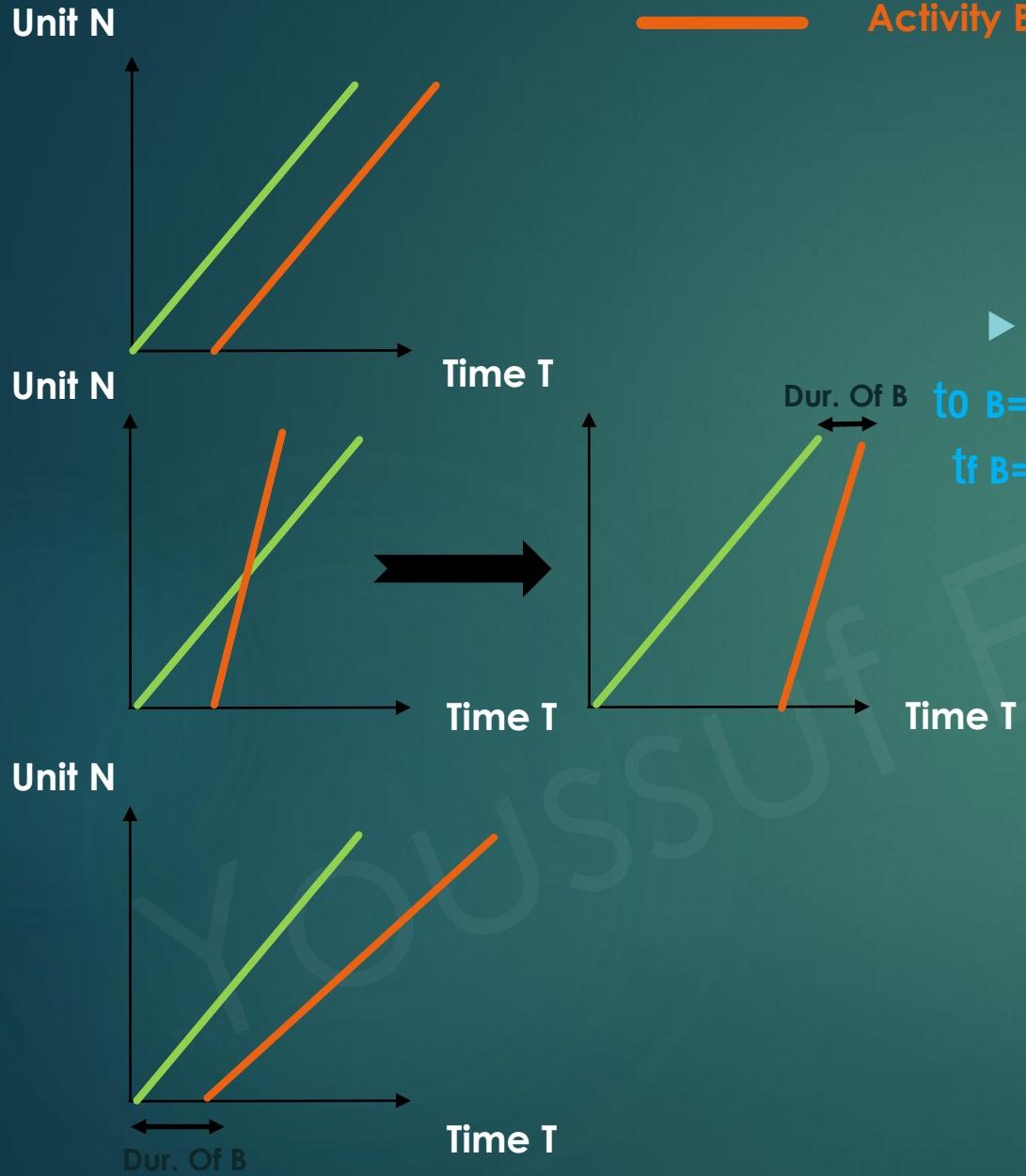
لكن هذا القانون نادر الاستخدام لأن العلاقات في الغالب لا تكون F.S و البنود لا تستخدم طقم عمل واحد . ►

► Objective line :

هو خط يستخدمه مدير المشروع في أعمال متابعة المشروع ، مثلاً ينزل إلى المشروع بعد الأسبوع الـ15 على حسب المخطط له أن يكون أنهى 10 وحدات مثلاً و ذلك حسب الـ Objective line فيتتأكد هل تم بالفعل ما كان مخطط عليه أم لا .



المشاكل التي تواجه بنددين يعملان في نفس الوقت :



1- إذا كان هناك بندان مثلاً A & B فإذا كان البندين يسيران معًا بنفس المعدل

لن يكون هناك مشكلة تعطل من عمل البندين معًا و تكون العادلة
 $t_{0B} = t_{0A} + \text{Duration of } B$
 $t_{fB} = t_{fA} + \text{Duration of } B$

2- إذا كان هناك بندان مثلاً A & B و البند الثاني معدله أسرع من البند الأول

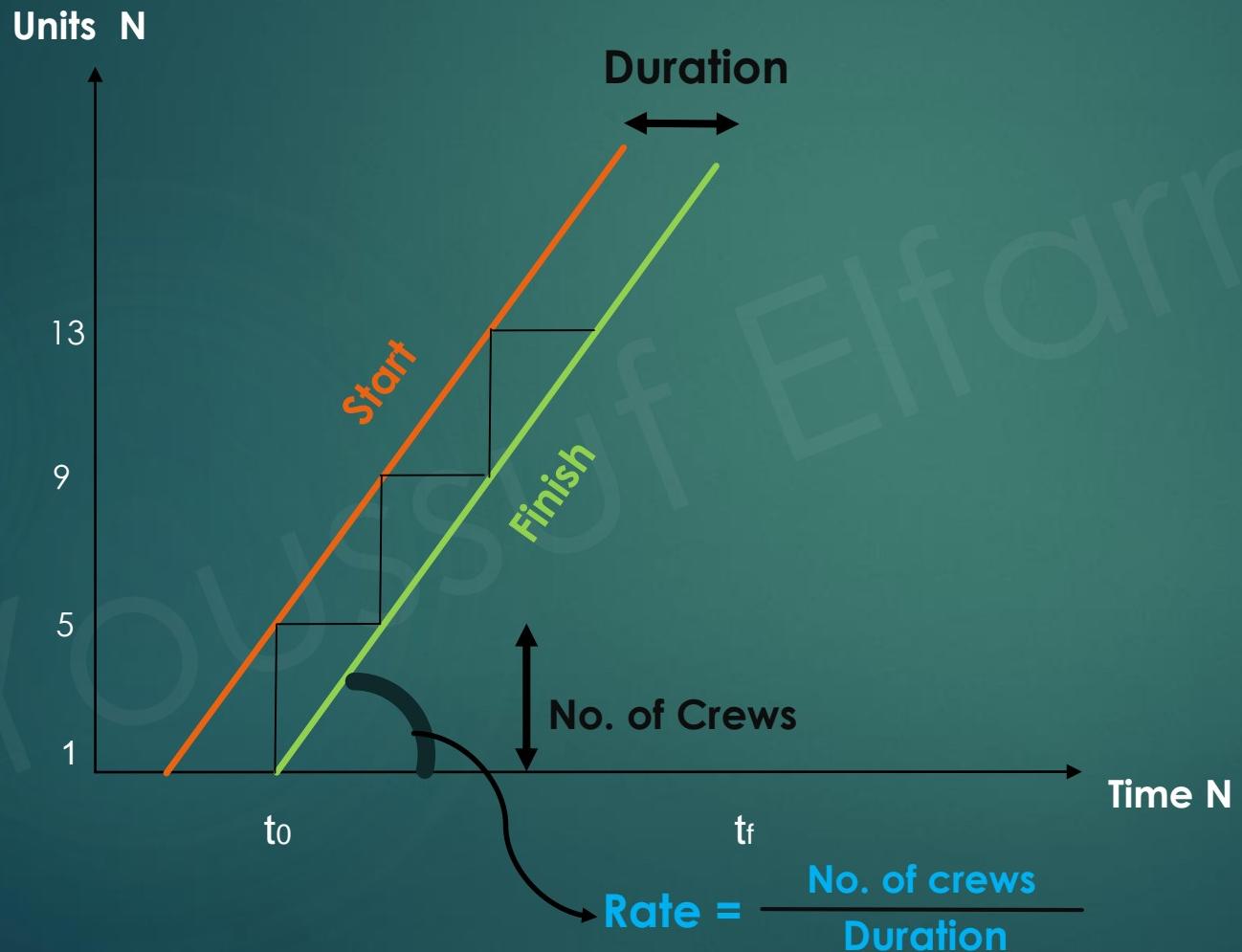
هنا تظهر مشكلة تلاقي البندين معًا عند وقت معين ، و لحل هذه المشكلة يتم
 زحمة البند ذو المعدل الأسرع عن طريق
 $t_{0B} = t_{0A} + \text{Duration of } B$

$$t_{0B} = t_{0A} + \frac{N-1}{R_B}$$

3- إذا كان هناك بندان مثلاً A & B و البند الأول معدله أسرع من البند الثاني

هنا تظهر مشكلة تلاقي البندين معًا عند وقت معين ، و لحل هذه المشكلة يتم
 زحمة البند ذو المعدل الأقل و ذلك عن طريق المُعادلة
 $t_{0B} = t_{0A} + \text{Duration of } B$
 $t_{fB} = t_{fA} + \frac{N-1}{R_B}$

و بالتالي يكون زمن انتهاء البند الثاني كالتالي



- ▶ الخط البرتقالي يُعبر عن زمن البداية لأي بند .
 - ▶ الخط الأخضر يُعبر عن زمن النهاية لأي بند .
- تم هنا استخدام 4 أطقم عمل في نفس الوقت تعمل في وحدات مختلفة .

* الطقم الأول يُنهي الوحدة الأولى ثم يتجه إلى الوحدة الخامسة مباشرة لأن هناك 3 أطقم أخرى تعمل في الوحدات الثانية و الثالثة و الرابعة في نفس الوقت الذي كان يعمل فيه الطقم الأول في الوحدة الأولى .
 * بالمثل عندما يُنهي الطقم الثاني عمله في الوحدة الثانية يدخل في الوحدة السادسة مباشرة و هكذا .

Production rate :

هو انتقال أطقم العمل من وحدة لآخرى .

2		5
F		
	3	

0		2
A		
	2	

2		6
B		
	4	

6		7
C		
	1	

7		13
D		
	6	

2		7
E		
	5	

Activity	No. of crews	Prod. rate
A	4	2
B	12	3
C	3	3
D	6	1
E	15	3
F	6	2

► For the shown network of 25 units for construction project :

► 1- Draw the objective chart and calculate the project duration .

** Duration = No. of crews / Prod. rate

► 2- Calculate the min. no. of crews for activity E So as the project is not delay .

► 3- The project manager during the project control at week 30 , act. D finished 10 units , What actions should be taken to correct this situation .

► 4- The Progress report at week 19 .

► 1- Draw the objective chart and calculate the project duration .

► يجب أولاً تحديد كلاً من t_0 & t_f لكل بند ، لذلك سيتم تحديد ذلك لكل البنود بالترتيب من اليسار إلى اليمين و من أعلى لأسفل .

► سيتم مقارنة مُعدل البنود التي تعتمد على بعضها لتحديد أي من الحالات الثلاث التي سيتم التوجّه إليها من الحالات الثلاثة التي سبق شرحها

► Activity A :

$$t_0 = 2$$

$$t_f = 2 + \frac{N - 1}{R} = \frac{25 - 1}{2} = 14$$

* هو أول بند ولا يعتمد على أي بند آخر .

► Activity F :

► يعتمد هذا البند على البند A ، لذلك سيتم مقارنة مُعدل البندين معًا فنجد أن المُعدلين متساوي لهما و هو 2 لذلك نستخدم قوانين الحالة الأولى .

$$t_{0F} = t_{0A} + \text{Dur. Of of } F = 2 + 3 = 5$$

$$t_{fF} = t_{fA} + \text{Dur. Of of } F = 14 + 3 = 17$$

► Activity B :

► يعتمد هذا البند على البند A ، لذلك سيتم مقارنة مُعدل البندين معًا فنجد أن $R_B > R_A$ لذلك نستخدم قوانين الحالة الثانية .

$$t_{fB} = t_{fA} + \text{Dur. Of of } B = 14 + 4 = 18$$

$$t_{0B} = t_{fB} - \frac{N - 1}{R_B} = 18 - \frac{25 - 1}{3} = 10$$

► Activity E :

► يعتمد هذا البند على البند A ، لذلك سيتم مقارنة معدل البنددين معًا فنجد أن $R_E > R_A$ لذلك نستخدم قوانين الحالة الثانية مثل البند B .

$$t_f E = t_{FA} + \text{Dur. Of of } E = 14 + 5 = 19$$

$$t_0 E = t_f E - \frac{N - 1}{R_E} = 19 - \frac{25 - 1}{3} = 11$$

► Activity C :

► يعتمد هذا البند على البنددين B & F ، لذلك سيتم مقارنة معدل هذا البند مع البنددين B & F فنجد أن :

$$R_C = R_B$$

$$t_f C = t_{FB} + \text{Dur. Of of } C = 18 + 1 = 19$$

$$t_0 C = t_f C - \frac{N - 1}{R_C} = 19 - \frac{25 - 1}{3} = 11$$

الأكبر

$$R_C > R_F$$

$$t_f C = t_{FF} + \text{Dur. Of of } C = 17 + 1 = 18$$

► Activity D :

► يعتمد هذا البند على البنددين C & E ، لذلك سيتم مقارنة معدل هذا البند مع البنددين C & E فنجد أن :

$$R_D < R_C$$

$$t_0 D = t_0 C + \text{Duration of } D = 11 + 6 = 17$$

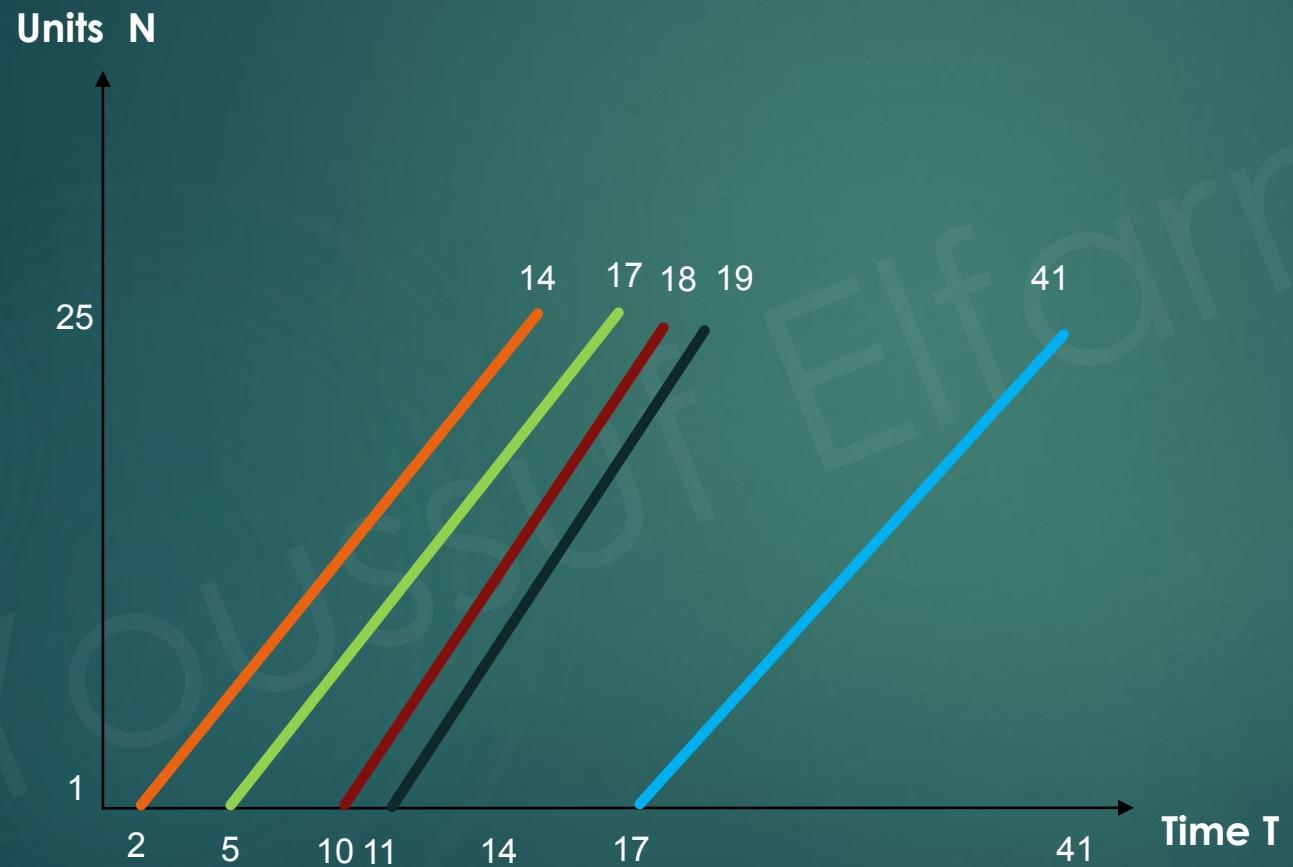
$$t_f D = t_0 D + \frac{N - 1}{R_D} = 17 + \frac{25 - 1}{1} = 41$$

$$R_D < R_E$$

$$t_0 D = t_0 E + \text{Duration of } D = 11 + 6 = 17$$

$$t_f D = t_0 D + \frac{N - 1}{R_D} = 17 + \frac{25 - 1}{1} = 41$$

الآن يمكن رسم Objective chart و تحديد زمن المشروع و هو 41 أسبوع و هو زمن انتهاء آخر بند .
من الممكن جمع ما تم حسابه من t_0 & t_f في جدول كالتالي :



Act.	Color	t_0	t_f
A	—	2	14
B	—	10	18
C	—	11	19
D	—	17	41
E	—	11	19
F	—	5	17

Project duration
41 week

► 2- Calculate the min. no. of crews for activity E So as the project is not delay .

مطلوب تقليل عدد الأطقم التي تعمل في البند E قدر الإمكان بشرط ألا يؤثر ذلك في زمن المشروع .

► و يتم ذلك عن طريق تقليل معدل تنفيذ البند قدر الإمكان بحيث ينتهي بعد أطول فترة ممكنة و وبالتالي يكون عدد أطقم العمل أقل ما يمكن ، لكن نأخذ في الاعتبار البنود التي تعتمد على هذا البند هو البند D و التي يتأخر إذا تأخر البند E مما يؤدي لتأخير المشروع ، و كذلك يجب الأخذ في الاعتبار البند A لأن البند E لن يبدأ إلا إذا انتهى البند A ، لذلك سيتم تعين أقل معدل ممكن لتنفيذ البند من التالي ...

► و وبالتالي بدأ هنا تنفيذ هذا البند في الوحدات في أقرب وقت ممكن و هو بعد 7 أسابيع فقط بدلاً من 11 أسبوع .

► و وبالتالي هنا تم الانتهاء من تنفيذ هذا البند في الوحدات في أطول وقت ممكن و هو بعد 35 أسبوع بدلاً من 19 أسبوع .

► مما سبق نجد أنه تم مدّ فترة تنفيذ هذا البند قدر الإمكان دون أن يؤثر هذا على البنود الأخرى و وبالتالي لم يؤثر على زمن المشروع ، و في مقابل طول فترة التنفيذ سيقل وبالتالي عدد الأطقم التي تعمل في هذا البند لأن ضغط العمل قد قلل بزيادة فترة العمل .

$$\text{So } R_{\text{Min E}} = \frac{N - 1}{tf - t_0} = \frac{25 - 1}{35 - 7} = \frac{24}{28} \rightarrow \text{Min no. of crews for act. E} = \frac{24}{28} * 5 = 5$$

Duration of Act. E

- 3- The project manager during the project control at week 30, activity D finished 10 units ، What actions should be taken to correct this situation .

عند الأسبوع الـ30 قام مدير المشروع بفحص عدد الوحدات التي تم فيها تنفيذ البند D فوجد أنه تم تنفيذ هذا البند في 10 وحدات فقط ، مما المطلوب تعديله في الفترة القادمة حتى لا يتأخر زمن المشروع ؟

► نحتاج إلى زيادة عدد أطقم العمل لتعويض التأخير الذي حدث ، فكان من المفترض حسب التخطيط أن يتم تنفيذ هذا البند في عدد وحدات كالتالي :

عدد الوحدات التي من المفترض أن يتم تنفيذها عند الأسبوع الـ30

$$\text{Rate of Act. D} = 1 = \frac{X - 1}{tf - t_0} = \frac{X-1}{30 - 17} , \text{ So } X = 14$$

↑
عند الأسبوع الـ30

كان من المفترض أن يتم إنتهاء البند D في 14 وحدة ، لكن ما تم تنفيذه فعليًا هو 10 وحدات فقط لذلك سنحتاج إلى زيادة مُعدل العمل خلال الفترة القادمة حتى نُعوض هذا التأخير

عدد الوحدات التي لم يتم فيها تنفيذ البند D حتى الأن

$$\text{New Rate of Act. D} = \frac{25 - 10}{tf - t_0} = \frac{15}{41 - 30} = \frac{15}{11}$$

↑
عند الأسبوع الـ41 زمن إنتهاء
المشروع دون تأخيره .

$$\therefore \text{New no. of crews} = \text{New rate of act. D} * \text{Duration of act. D} = \frac{15}{11} * 6 = 9$$

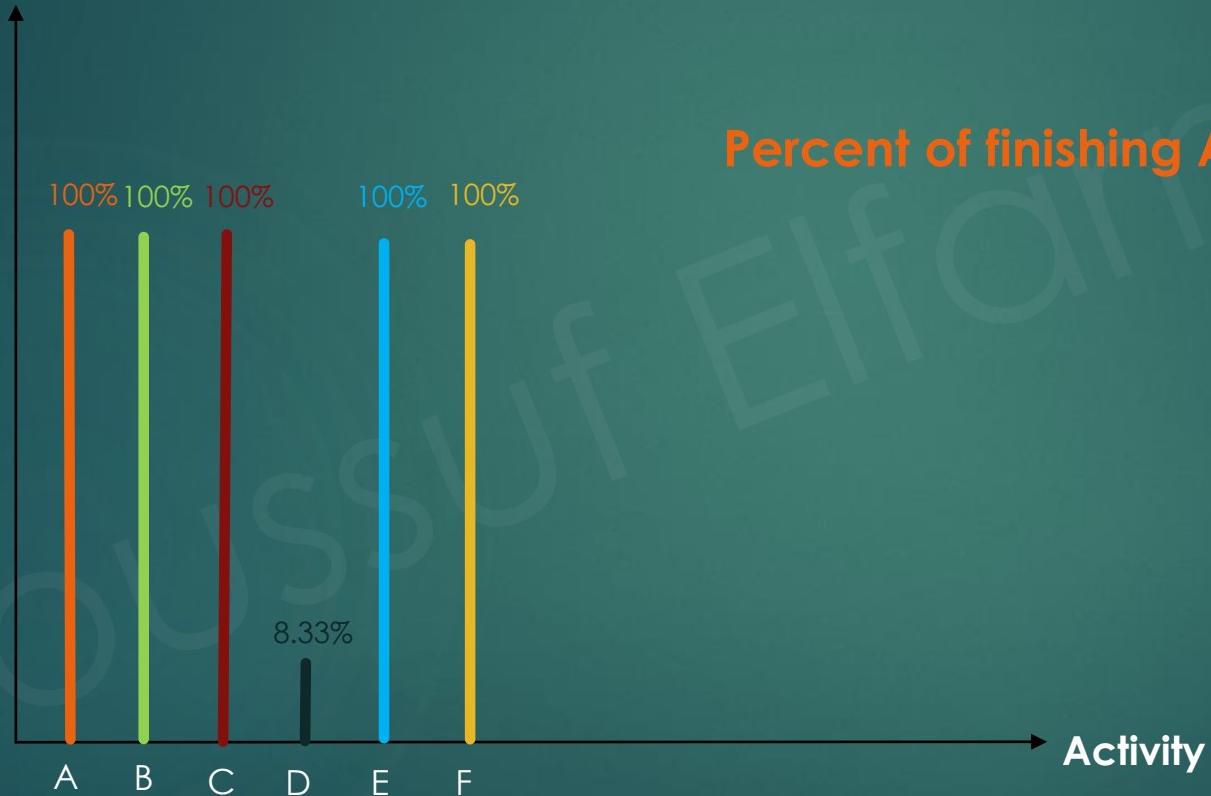
*** تم زيادة عدد أطقم العمالة إلى 9 أطقم بدلاً من 6 و بالتالي لم يتأخر المشروع .

► 4- The Progress report at week 19 .

مطلوب عمل تقرير عن كُل بند ، و يشمل هذا التقرير نسبة تنفيذ البند في الوحدات المطلوب إنشاءها و هي 25 وحدة و ذلك بالنسبة المئوية لـ كل بند و ذلك عند الأسبوع التاسع عشر .

يُلاحظ أنه عند الأسبوع الـ 19 كُل البنود تم تنفيذها في كُل الوحدات ما عدا البند **D** بدأ و لكنه لم ينتهي بعد ، و يمكن حساب النسبة المئوية لما تم إنجازه من هذا البند في الوحدات كالتالي ..

$$\text{Percent of finishing Act. D} = \frac{19 - 17}{41 - 17} * 100 = 8.33\%$$



►Project control

- ▶ ** هو آخر شئ نقوم به لإدارة المشروع بطريقة صحيحة *آخر عناصر عندما يُنهي المُقاول عمله في جزء من المشروع يُرسل إلى الإستشاري الذي بدوره يُرسل مُهندس و يقول بعمل ثلاثة أشياء .

1- Quality control :

يتم عمل فحص للعمل الذي تم تنفيذه بالموقع و أقارنه بالمواصفات .

2- Progress control :

يتم عمل فحص للعمل الذي تم تنفيذه بالموقع و أقارنه بالبرنامج الزمني للمشروع .

3- Cost control :

يتم عمل فحص للعمل الذي تم تنفيذه بالموقع و مقارنة التكلفة الفعلية مع التكلفة المُتوخة .

- ▶ ** من المُمكن عند تاريخ مُعين نجد أن التكلفة أقل من المخطط لها أي هناك توفير مادي ، لكن ليس شرطاً أن يكون قد وفر جزء من التكلفة و حقق الموصفات و الجودة المطلوبة ، هنا قد يكون وفر في المال على حساب الجودة .

يجب معرفة المفاهيم التالية و التفريق بينها ... ▶

▶ 1- Work scheduling (W.S) :

هو ما تم التخطيط عليه ، فمثلاً حسب التخطيط من المفترض إنجاز 30 وحدة . ▶

▶ 2- Work performing (W.P) :

هو ما تم إنجازه بالفعل في الموقع ، فمثلاً تم إنجازة 20 وحدة و بالتالي يكون بهذا الشكل هناك تأخير بمقدار 10 وحدات . ▶

▶ 3- Budget cost (B.C) :

هي المصاريف التي من المتوقع دفعها و التي تم التخطيط على أساسها ، فمثلاً التكلفة \$ 1000 . ▶

▶ 4- Actual cost (A.C) :

هي المصاريف الفعلية التي تم دفعها ، فمثلاً تم دفع \$ 1200 و بالتالي يكون هناك تكلفة أكبر من المخطط لها بمقدار \$ 200 . ▶

► Budget cost for work scheduling (B.C.W.S) :

$$B.C.W.S = 1000 \$ * 30 = 30,000 \$$$

هي التكلفة المُتوقعة دفعها للعمل المُخطط له

► Budget cost for work performed (B.C.W.P) :

$$B.C.W.P = 1000 \$ * 20 = 20,000 \$$$

هي التكلفة لما تم إنجازه في الموقع . ▶

∴ Time variance = B.C.W.P – B.C.W.S = 20,000 \\$ - 30,000 = - 10,000 \\$

أي أن هناك انحراف في العمل و ليس انحرافاً في المصاروفات

If the value is ...	Case
-ve	Delay
+ve	Progress (A Head of scheduled)
0	According to scheduling

► Actual cost for work performed (B.C.W.P) :

$$A.C.W.P = 1200 \$ * 20 = 24,000 \$$$

هي المصاريف التي تم دفعها للأعمال التي تمت بالموقع بالفعل .

► Budget cost for work performed (B.C.W.P) :

$$B.C.W.P = 1000 \$ * 20 = 20,000 \$$$

هي التكلفة لما تم إنجازه في الموقع .

$$\therefore \text{Cost variance} = B.C.W.P - A.C.W.P = 20,000 \$ - 24,000 = - 4,000 \$$$

أي أن هناك انحراف في المصاريف وليس انحرافاً في العمل

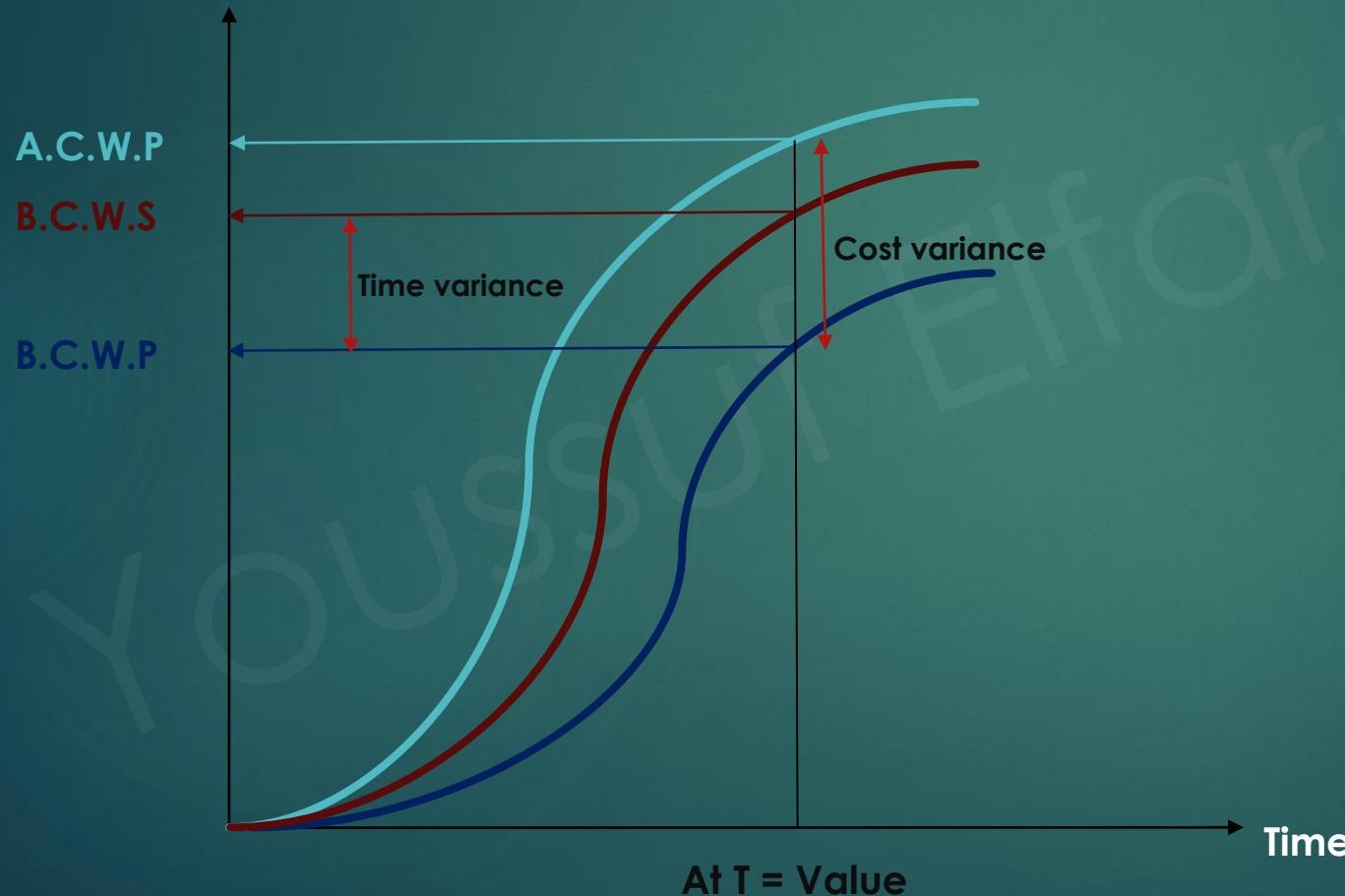
If the value is ...	Case
-ve	Over - run
+ve	Under - run
0	In balance

الحالة الأسوأ على الإطلاق أن تكون القيمتين معاً

-ve

فهذا معناه تأخّر في التنفيذ و المصاريف زائدة

* إذا استمر المشروع لمدة سنتين مثلاً و يتم عمل هذا الفحص للعمل كل أسبوعين و وبالتالي يمكن حل أي مشكلة سريعاً دون أن تستمر في باقي زمن المشروع.



$$\mathbf{T} = T_0 \left(\frac{B.C.W.S}{B.C.W.P} \right)$$

$$\mathbf{C} = C_0 \left(\frac{A.C.W.P}{B.C.W.P} \right)$$

If	Case
B.C.W.S > B.C.W.P	ينتهي المشروع مبكراً
B.C.W.S < B.C.W.P	ينتهي المشروع متأخراً
B.C.W.S = B.C.W.P	ينتهي المشروع بالوقت المخطط له

If	Case
A.C.W.P > B.C.W.P	تزداد التكلفة
A.C.W.P < B.C.W.P	ينتهي المشروع متأخراً
A.C.W.P = B.C.W.P	تكون التكلفة كما كان مخطط لها

► ***If $T > T_0$

معناه أن المشروع سيتأخر و بالتالي يتم عمل غرامات تأخير على المقاول نتيجة هذا التأخير
كالتالي .

$$\mathbf{C_f = P (T - T_0) + C}$$

► ***If $T > T_0$

معناه أن المشروع سينتهي مبكراً و بالتالي يتم إعطاء مكافأة للمقاول كالتالي .

$$\mathbf{C_f = C - b (T_0 - T)}$$

- ▶ Example 1 :
- ▶ For the shown table , project duration = 20 weeks & Estimated project Cost is 10,000 \$

cost \ week	1	2	3	4	5	6
B.C.W.S	3,000	1,400	1,500	1,500	1,800	2,000
B.C.W.P	2,500	2,000	1,000	1,200	2,000	2,500
A.C.W.P	2,000	1,600	1,450	1,800	1,500	3,000

- ▶ Required :
- ▶ 1- For each case, what is the project duration (T) & final cost estimated at completion (c) .
- ▶ 2-If there's a bonus of 100 \$ per week for early condition & penalty 200 \$ per week for late completion , what is the worst & best project situations .

يمكن حل المثال في جدول كالتالي :

Case	T	C	$C_f = C - b(T_o - T)$	$C_f = C + P(T - T_o)$
1	24	8,000	-	8,800
2	14	8,000	7,400	-
3	30	14,500	-	16,500
4	25	15,000	-	16,000
5	18	7,500	7,300	-
6	16	12,000	11,600	-

That :

$$T = T_o \left(\frac{B.C.W.S}{B.C.W.P} \right)$$

$$C_f = C - b(T_o - T) \quad \text{in case of bonus}$$

$$C = C_o \left(\frac{A.C.W.P}{B.C.W.P} \right)$$

$$C_f = C + P(T - T_o) \quad \text{in case of penalty}$$

► Example 2 :

Activity	Duration values	Total cost per act.
A 0-1	4	2,000
B 0-2	5	1,500
C 0-3	1	600
D 1-5	5	1,000
E 2-4	2	1,200
F 2-5	3	2,400
G 3-5	8	3,200
H 4-6	10	3,000
I 5-6	3	600
J 6-7	5	500

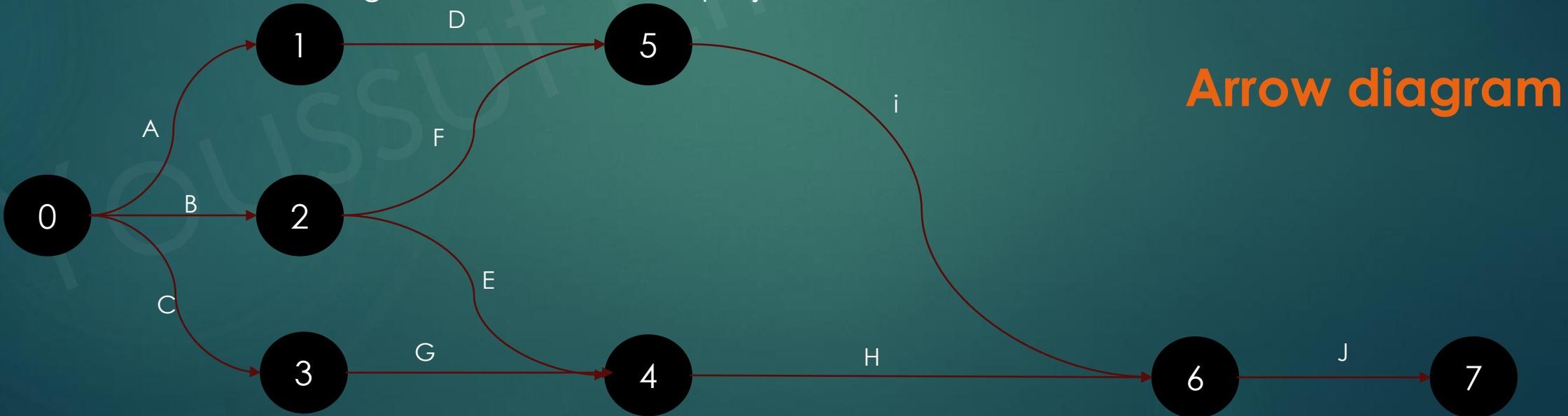
► required :

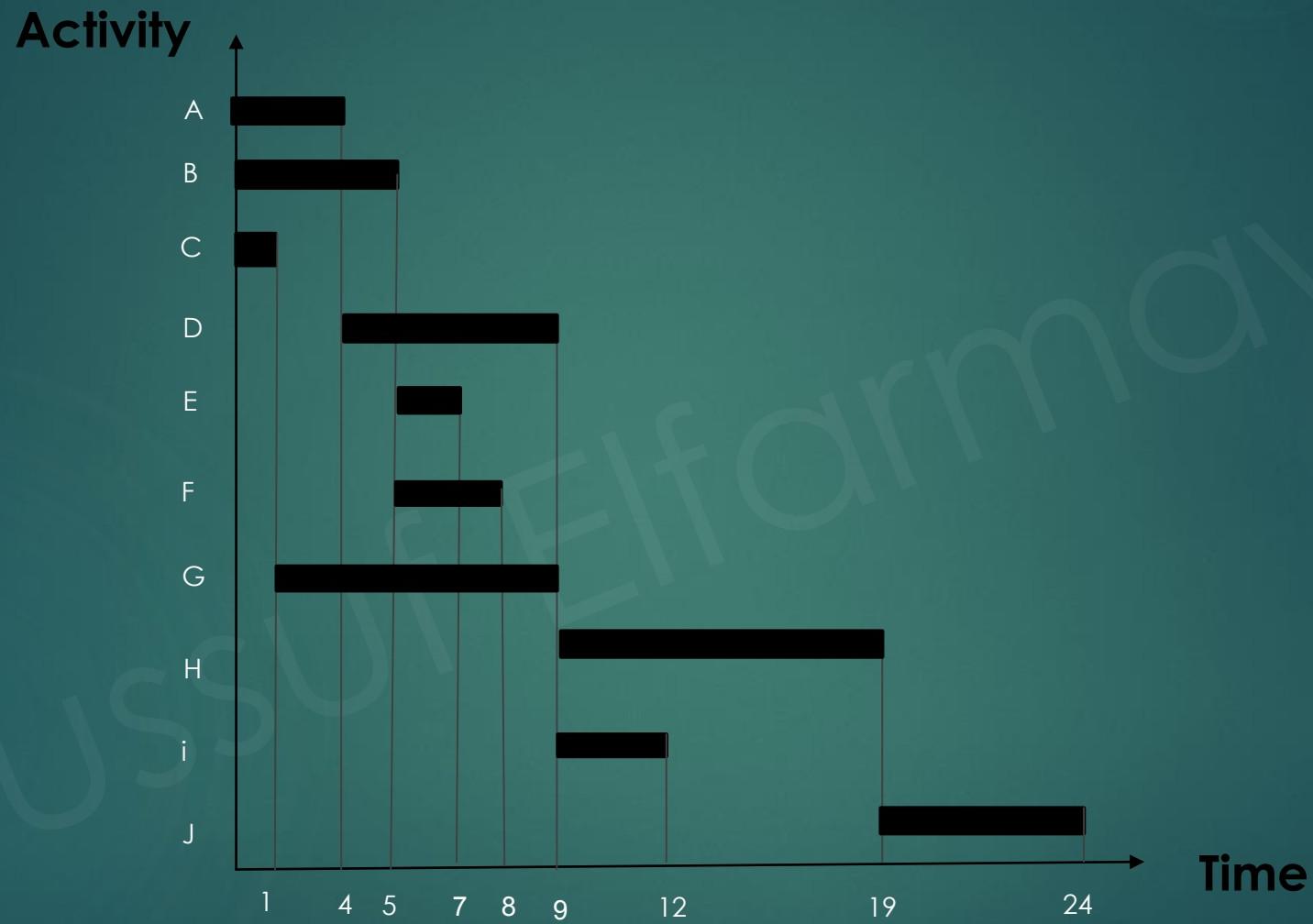
- 1- Draw the bar chart diagram & calculate the project duration .
- 2- Draw the cash flow diagram .

- 3- The project has been worked 9 weeks during this time 10,000 \$ has been charged
- (Actual cost) for work performed , using the S-Curve (cash flow) Give your comment
- on the project situation at that time .
- 4- Predict the level of the expense & the project duration at week 9 according to the
- Following values :
- *B.C.W.P = 11,900 Or B.C.W.P = 10,000 Or B.C.W.P = 11,000

► Solution :

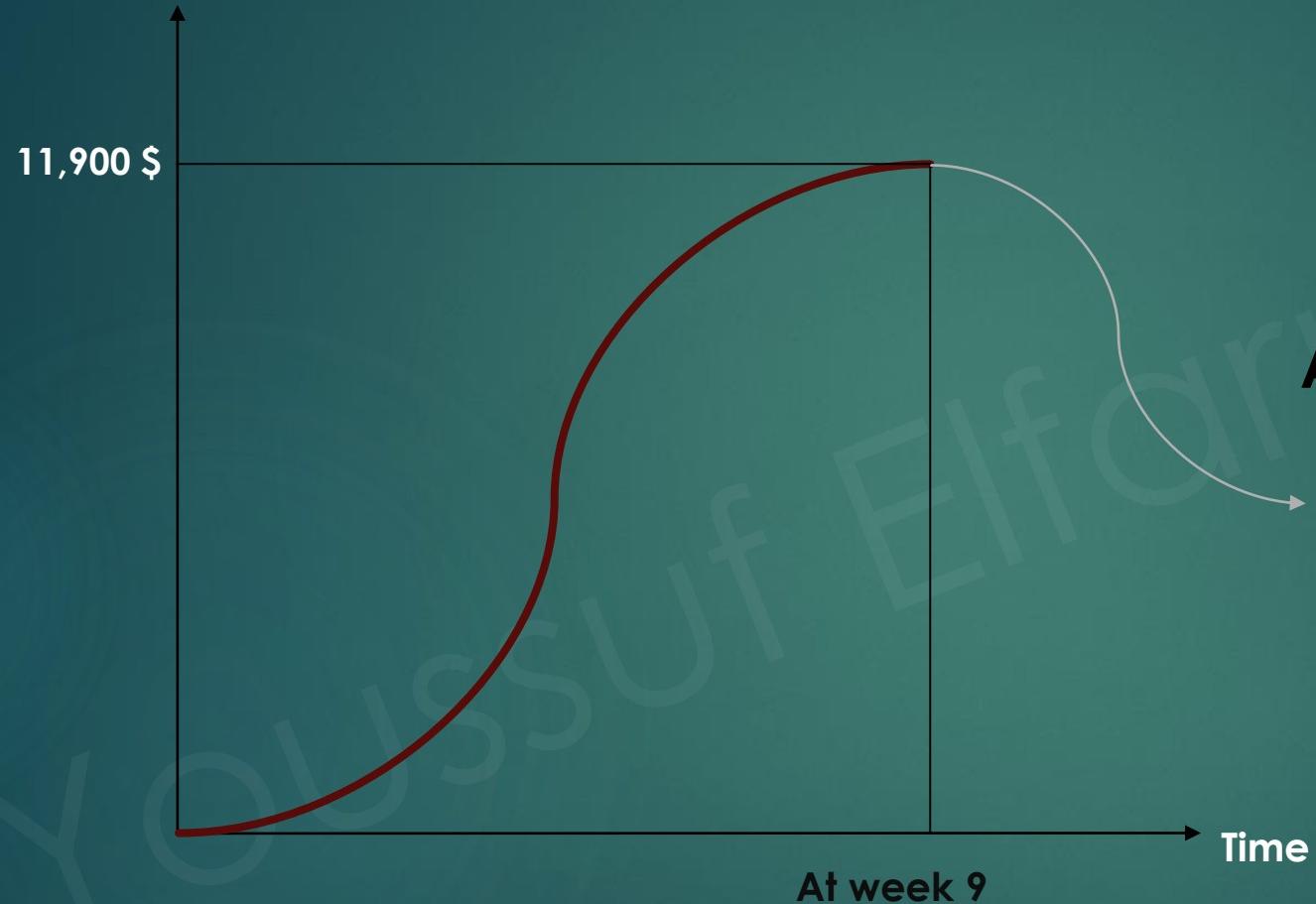
- 1- Draw the bar chart diagram & calculate the project duration .





Bar chart

- 2- Draw the cash flow diagram .



A.C.W.P = 10,000 \$ (Given) .

B.C.W.S = $500*4 + 400*5 + 600*1 + 200*5 + 600*2 + 800*3 + 400*8 = 11,900 \$$

- 3- The project has been worked 9 weeks during this time 10,000 \$ has been charged
- (Actual cost) for work performed , using the S-Curve (cash flow) Give your comment
- on the project situation at that time .

- **A- At B.C.W.P = 11,900 \$**
 - Time variance = $B.C.W.P - B.C.W.S = 11,900 - 11,900 = \text{Zero}$ (According to scheduling)
 - Cost variance = $B.C.W.P - A.C.W.P = 11,900 - 10,000 = + 1,900 \$$ (Under-run)
- **B- At B.C.W.P = 10,000 \$**
 - Time variance = $B.C.W.P - B.C.W.S = 10,000 - 11,900 = -1,900 \$$ (Delay)
 - Cost variance = $B.C.W.P - A.C.W.P = 10,000 - 10,000 = \text{Zero}$ (Balanced)
- **C- At B.C.W.P = 11,000 \$**
 - Time variance = $B.C.W.P - B.C.W.S = 11,000 - 11,900 = -900 \$$ (Delay)
 - Cost variance = $B.C.W.P - A.C.W.P = 11,000 - 10,000 = +1,000 \$$ (Under-run)

- 4- Predict the level of the expense & the project duration at week 9 according to the
- Following values :
- *B.C.W.P = 11,900 Or B.C.W.P = 10,000 Or B.C.W.P = 11,000

► $T_o = 24 \text{ Weeks}$ & $C_o = 16,000 \$$

► A- At B.C.W.P = 11,900 \$

► $T = T_o \left(\frac{\text{B.C.W.S}}{\text{B.C.W.P}} \right)$



► $= 24 \left(\frac{11,900}{11,900} \right) = 24 \text{ Weeks}$



► B- At B.C.W.P = 10,000 \$

► $T = 24 \left(\frac{11,900}{10,000} \right) = 28.56 \text{ Weeks}$

► C- At B.C.W.P = 11,000 \$

► $T = 24 \left(\frac{11,900}{11,000} \right) = 25.96 \text{ Weeks}$

$$C = C_o \left(\frac{\text{A.C.W.P}}{\text{B.C.W.P}} \right)$$

$$= 16,000 \left(\frac{10,000}{11,900} \right) = 13,445 \$$$

$$C = 16,000 \left(\frac{10,000}{10,000} \right) = 16,000 \$$$

$$C = 16,000 \left(\frac{10,000}{11,000} \right) = 14,545 \$$$